



---

# DISSENY SOSTENIBLE D'UN CÀMPING

Treball de fi de Grau

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

---

Autor: Josep Nogueira Torras

Director: Emilio Hernandez Chiva

Juny 2019



1. INTRODUCCIÓ	6
1.1. Finalitat	6
1.2. Objectius del treball	6
1.3. Abast del projecte	6
2. PARCMOTOR DE CASTELLOLÍ	7
2.1. Que és el ParcMotor?	7
2.2. Circuit i altres instal·lacions	7
3. ESTUDI DE MERCAT	9
3.1. Camping convencional	9
3.2. Càmpings de circuits professionals	10
4. DISSENY DEL CÀMPING SOSTENIBLE DE CASTELLOLÍ	13
4.1. Com és l'actual Càmping de Castellolí?	13
4.2. Instal·lacions necessàries	16
4.3. Estudi sobre el consum de recursos	17
4.4. Disseny del mòdul de higiene	20
5. ESTUDI LÚMINIC DEL CÀMPING	26
5.1. Nivells comuns i recomendas de llum	26
5.2. Il·luminació dels lavabos i dutxes	27
5.3. Il·luminació dels carrers del camping	32
5.4. Distribució Camping	35
5.5. Càlcul del consum de les lluminàries	35
6. ABASTIMENT DE RECURSOS DEL CAMPING	38
6.1. Abastiment Energètic	38
6.2. Abastiment d'aigua	48
7. DISSENY DEFINITIU DEL CAMPING	54
7.1. Introducció	54
7.2. Proposta	54
8. IMPACTE ECONÒMIC	57
8.1. Estudi econòmic dels elements del projecte	57
9. IMPACTE MEDIOAMBIENTAL	62
9.1. Energètic	62
9.2. Visual	62
9.3. Altres	62
10. CONCLUSIONS	63

AGRAÏMENTS	64
BIBLIOGRAFIA	65





# **1. INTRODUCCIÓ**

## **1.1. Finalitat**

La finalitat del treball és el disseny d'un mòdul sostenible capaç d'abastir energèticament el càmping del circuit de velocitat Castellolí. En zona de acampada del voltant del circuit hi acampen generalment l'equip del Formula Student de l'Escola, l'ETSEIB Motorsport, participants de les proves, visitants i aficionats al motor.

Actualment no disposa de cap servei d'aigua, llum o connexió internet. Quan els estudiants acampen a la zona del circuit de Castellolí s'utilitzen generadors de gasoil i camions cisterna d'aigua amb bombes per impulsar-la per poder abastir el camping amb els servies necessaris. Fet que provoca contaminació atmosfèrica, acústica, un cost elevar entre d'altres.

Aquest projecte facilitarà un servei temporal d'aigua i energia al camping del circuit de Castellolí 100% sostenible i amb energies renovables.

## **1.2. Objectius del treball**

En el treball sobre el estudi i disseny d'un camping sostenible s'abastirà els següents objectius proposats:

- Realitzar un estudi geogràfic de la zona d'acampada del circuit de Castellolí.
- Estudi sobre els recursos energètics sostenibles pel càmping.
- Disseny del mòdul transportable de generació energètica.
- Anàlisi sobre la viabilitat del projecte.
- Búsqueda de possibles stakeholders interessats en la construcció d'un prototip.

## **1.3. Abast del projecte**

El projecte va destinat al Parcmotor de Castellolí, i l'equip de ETSEIB Motorsport, no obstant es pot portar el projecte a qualsevol altre zona d'acampada que pretingui ser sostenible. I també pot ser extrapolat a grups amb major nombre de campistes.

## 2. PARCMOTOR DE CASTELLOLÍ

### 2.1. Que és el ParcMotor?

El Parcmotor de Castellolí és un complex esportiu d'esports de motor dedicat principalment a la formació de joves pilots. El circuit situat en la província de Barcelona en el terme municipal de Castellolí. Tot i que és un circuit dedicat principalment a l'automobilisme i el motociclisme, es realitzen altres activitats relacionades amb el motor, com Enduro, i activitats de lleure, descrites en l'apartat següent.



Fig. 1: Vista aèria del circuit

### 2.2. Circuit i altres instal·lacions

El Parcmotor és un recinte dedicat principalment a l'automobilisme i motociclisme. El circuit de velocitat, homologat per la Federació Internacional de Motociclisme (FIM), i la Federació Internacional d'Automobilisme (FIA), presenta unes característiques excepcionals per la pràctica de carreres, test d'equips, desenvolupament i presentacions tant de marques com de cursos de formació.

Informació del Circuit	
Longitud de la pista	4146 m
Amplada recta de sortida	14 m
Amplada resta del circuit	12 m
Viratges a dretes	7
Viratges a esquerres	4
Pendent Màxima en pujada	9%
Pendent Mínima en baixada	8%
Radi Màxim de corba	100
Radi Mínim	30

Taula. 1: Característiques del circuit de Castellolí

El ParcMotor compta a la vegada amb altres pistes de motor i a activitats de lleure. Entre les que es troben:

- Pista de Motocross (MX), SUV i 4x4
- Pistes de Trial
- Escoles de conducció
- Pista de Karting
- Zona Paintball



Fig. 2: Vista aèria del circuit amb la distribució de zones

### **3. ESTUDI DE MERCAT**

En aquest apartat es realitzarà un estudi sobre les facilitats d'un càmping, funcionament d'aquest, distribució de parcel·les i els serveis que ofereix.

Tenint en compte l'objecte d'aquest projecte que és el disseny d'un càmping sostenible en un circuit d'automobilisme i motociclisme, també s'estudiarà les diferents zones d'acampada dels diferents càmpings dels circuits més importants d'Espanya. S'estudiarà el Circuit de Catalunya, Motorland Aragó, i el Circuit de Jerez.

Aquests estudis s'utilitzaran posteriorment pel disseny del càmping sostenible del Parcmotor de Castellolí.

#### **3.1. Càmping convencional**

Un càmping es un lloc situat en un terreny delimitat a l'aire lliure dotat d'instal·lacions i serveis amb la finalitat de facilitar l'estància temporal en tendes d'acampada, remolcs habitacionals, autocaravanes o qualsevol element similar fàcilment transportable. Així com cabanyes o bungalows.

La zona d'acampada ve delimitada per la categoria del càmping, Luxe, Primera, segona i tercera que ha d'estar senyalitzada a l'entrada del càmping. La distribució de parcel·les segueix la següent normativa:

- Luxe : 90 metres quadrats d'unitat d'acampada
- Primera: 70 metres quadrats d'unitat d'acampada
- Segona: 60 metres quadrats d'unitat d'acampada
- Tercera: 45 metres quadrats d'unitat d'acampada

Cada parcel·la ha d'estar degudament delimitada i les zones sense parcel·lar han d'estar senyalitzades amb el nombre màxim de tendes i/o persones.

D'altra banda la categoria del càmping també depèn dels serveis que ofereix.

	Luxe	Primera	Segona
<b>PARCEL·LES</b>			
Ordinnaries	90 m2	70 m2	60 m2
Reduïdes	45 m2	35 m2	30 m2
Presa de corrent	100%	75%	50%
% Ombra	50%	40%	30%
<b>HIGIENE (Per parcel·la)</b>			
Labavos	1x4	1x8	1x8
Dutxes	1x6	1x8	1x10
Fregadero	1x6	1x8	1x10
Lavadero	1x8	1x10	1x12
Aigua calenta	100%	75%	50%

Taula. 2: Resum serveis de les categories de Camping

## 3.2. Càmpings de circuits professionals

### 3.2.1. Circuit de Catalunya - Montmeló

El circuit de Catalunya no ofereix una zona específica d'acampada. No obstant la l'Ajuntament de Montmeló té una zona verda destinada al càmping.

El càmping té dos zones d'allotjament, en tendes d'acampada o en autocaravana i ofereix els següents serveis:

- Wifi gratuït
- Electricitat gratuïta per les autocaravanes
- Servei de dutxes
- Seguretat 24h
- Guardacascos

### 3.2.2. Motorland-Aragó

MotorLand Aragó ofereix una zona d'acampada dins de les instal·lacions de MotorLand. La zona d'acampada consta de parcel·les de 35 m<sup>2</sup>. El càmping recomana que a cada parcel·la hi acampin 4 persones (1 caravana, 1 cotxe o 4 motos). Els serveis que ofereix el càmping son:

- Wifi gratuït
- Servei de dutxes
- Seguretat 24h
- Zones d'oci i restauració



Fig. 3: Vista àeria de la zona de camping de Motorland

### 3.2.3. Circuit de Jerez

El Circuit de Jerez ofereix una ampla zona d'acampada molt a prop del circuit amb les comoditats màximes amb allotjament d'acampada i autocaravana. Inclús un servei de glamping amb serveis més exclusius. Per la seguretat dels campistes se li assigna una parcel·la individual per estacionar vehicles, motos i autocaravanes. El càmping té un servei de dutxes i lavabos amb aigua calenta repartits per tot el recinte, tant com assistència sanitària i servei de seguretat 24h.





Fig. 4: Càmping del circuit de Jerez. Zona tendes



Fig. 5: Càmping del circuit de Jerez. Zona caravanes

#### 3.2.4.Circuit de Xest - València

El Circuit de Xest també té un càmping oficial que ofereix els següents servies:

- Lavabos i dutxes
- Servei de vigilància 24h
- Zona WiFi
- Zona restauració
- Il·luminació
- Servei mèdic
- Àrea d'oci



## 4. DISSENY DEL CÀMPING SOSTENIBLE DE CASTELLOLÍ

Tenint en compte l'estudi de l'apartat anterior sobre els càmpings dels diferents circuits de motor d'Espanya i els serveis que ofereixen als campistes per realitzar el disseny del camping de Castellolí. S'ha partit de la base que el càmping ja està distribuït i dimensionat. On disposa de tots els recursos bàsics com aigua i electricitat.

### 4.1. Com és l'actual Càmping de Castellolí?

#### 4.1.1. Localització i dimensions

Actualment el Parcmotor de Castellolí té una zona a l'interior del recinte habilitada per l'acampada. Que és d'un 13 ha. Al tractar-se d'una zona que es troba dins del Parcmotor, tots els serveis necessaris estaran incorporats. No obstant la zona està prop de l'autopista per tant els campistes poden patir contaminació acústica i ambiental provocada pel continuu pas de vehicles, ja que l'autovia A2 és una de les més transitades del territori. Per tant s'ha decidit buscar alternatives fora del Parcmotor.



#### 4.1.1.1.Opció A

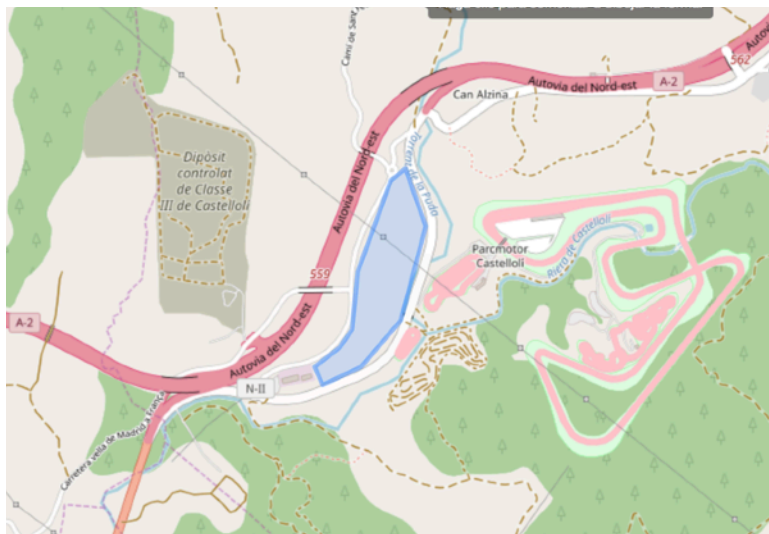


Fig. 7: Zona habilitada per acampada en el ParcMotor

#### 4.1.1.2.Opció B



Fig. 8: Zona exterior al ParcMotor amb possibilitat d'acampar

Els dos terrenys són prou grans per no haver de tenir restriccions d'espai a l'hora de dissenyar la distribució de parcel·les, carrers i facilitats que el càmping requereixi. Per una banda el terreny B és bastant adequat a causa de la proximitat amb el recinte del Parcmotor i la vegetació de la zona que ajudarà a proporcionar ombra a les parcel·les durant el dia. No obstant una part d'aquest recinte és camps de propietat privada i per tant caldria demanar permís o arribar a un acord amb el propietari. D'altra banda l'opció A no té cap restricció de propietat, tot i que la localització entre les dues carreteres, l'autovia A2 i la nacional NII fa que no sigui el millor terreny per que els campistas puguin descansar. A part que la carretera nacional dificulta l'accés al Parcmotor pels vianants.

Finalment s'ha desestimat les dues opcions i s'ha optat per establir el recinte d'acampada dins del mateix Parcmotor.

El projecte va principalment adreçat a l'equip del Formula Student de l'Escola, format per 40 persones. No obstant també es fa servir el circuit per diverses competicions i donat que la UPC disposa de 5 equips del FormulaStudent, s'ha ampliat el camp d'estudi a unes 200 persones. Durant el disseny de la distribució de les parcel·les i els serveis del càmping es tindrà en compte que es pugui ampliar en la situació que hi hagi més campistes perquè es pretén que es pugui instal·lar en qualsevol zona d'acampada, com per exemple en la competició del Formula Student Spain que es celebra al circuit de Catalunya hi participen entre 25-30 equips, que són unes 1000 persones aproximadament.

Segons la normativa de turisme en zones d'acampada, la classe del càmping ve determinada per les dimensions de les parcel·les i els serveis que ofereix.

La normativa exigeix que la mida de les parcel·les ha de ser de 60 metres quadrats, on hi podran acampar 4 campistes per parcel·la. En definitiva es podrà dividir el terreny en 50 parcel·les sumant un total de 0,3 ha de parcel·les. A la vegada hi ha terreny de sobres per poder construir totes els carrers del càmping i les instal·lacions necessàries per satisfer els serveis dels campistes. Per tant per millorar la diversitat d'oferta del càmping i que disposi de més recursos i comoditats, s'ha decidit dividir les 50 parcel·les en 25 de 60 metres quadrats, i 25 parcel·les de 90 metres quadrats permetent així més espai en la parcel·la i la possibilitat d'aparcar el vehicle propi dins del recinte.

El disseny de la zona es dissenyarà més endavant ja que encara no es pot saber l'àrea de terreny que es necessitarà per construir les instal·lacions necessàries, com ara labavos, dutxes, preses d'aigua o zona de neteja de roba.

#### **4.2. Instal·lacions necessàries**

Amb l'estudi realitzat en l'apartat 3 d'aquest projecte s'ha estimat que els següents serveis són indispensables per poder acampar durant la durada de l'esdeveniment que es celebri al Parcmotor. Seguint la normativa catalana vigent sobre establiments d'allotjament turístic 183/2010, els càmpings de classe II han de tindre les següents facilitats:

- |  |   |
|--|---|
| I. Recepció  | VII. Evacuatoris  |
| II. Restauració  | VIII. Accessoris de lavabo: miralls, penjadors, endolls |
| III. Supermercat, només en el cas que no hi hagi un a menys de 1km | IX. Lavadero  |
| IV. Lavabos  | X. Fregadero  |
| V. Serveis de cambiador de bebé                                    | XI. Preses d'aigües potable                             |
| VI. Dutxes   |   |

Donat que el Parcmotor ja disposa d'un local per la recepció i la restauració, no serà necessari ni el disseny ni la construcció de amdós serveis. També hi ha un supermercat a prop del Parcmotor, per tant tampoc serà necessari la seva construcció.

FACILITATS A CONSTRUIR EN EL CAMING	
<b>Lavabos</b>	1 per cada 14 unitats d'acampada
<b>Dutxes</b>	1 per cada 17 unitats d'acampada
<b>Fregaderos</b>	1 per cada 35 unitats d'acampada
<b>Evacuatoris</b>	1 tassa per cada 12 unitats d'acampada
<b>Preses d'aigües potable</b>	1 cada 60 m
Hi ha la possibilitat de construcció d'una zona wifi per facilitar serveis d'internet	

Taula. 3: Resum serveis que ha d'oferir el Camping

### 4.3. Estudi sobre el consum de recursos

En aquest apartat es farà un estudi del consum dels recursos que es destinaran en el càmping per poder fer després un disseny de les instal·lacions el més adequat possible. Es farà un estudi sobre els recursos d'aigua i energia elèctrica, ja que donades els requisits sobre la normativa de càmping i les necessitats dels campistes són els recursos més indispensables.

#### 4.3.1. Consum d'aigua

L'aigua és un recurs de consum diari, no només per fet del consum per beure o cuinar. També s'utilitza per moltes més activitats.

A continuació hi ha una taula amb el consum de cada activitat detallada. s'ha tingut en compte que l'usuari intentarà economitjar l'ús de l'aigua en cada activitat, per exemple tancant la clau de pas de l'aigua mentres s'ensabona.

US DE L'AIGUA EN CADA ACTIVITAT		Total
Lavabo	6 l mitja cisterna	18 l
	10 l cisterna completa	10 l
Dutxa	60 l	60 l
Rentar-se les dents	0,5 l	1,5 l
Neteja de vaixelles a mà	20 l	20 l
Ingesta de aigua	2 l	2 l
Rentadora	200l	28,5 l
<b>Total</b>		140

Tentint en compte que s'evacua un cop per dia i es micciona un parell de cops al dia. El total d'aigua consumida al lavabo serà de  $6 \times 3 + 10 = 28$  l. Tanmateix ens rentem les dents 3 cops al dia sumant un total de 1,5 l consumits diàriament. A la vegada s'estima que cada persona utilitzarà la rentadora un cop a la setmana. per tant serà  $200/7 = 28,5$  l.

Taula. 4: Resum del consum d'aigua diari per persona

El total d'aigua consumida serà de 140 litres aproximats d'aigua consumits diàriament per persona.

#### 4.3.2. Consum d'elèctric

El consum de energia en un camping és més difícil de mesurar. Donat que a part la majoria de l'energia elèctrica que es consumeix en un càmping va destinada al subministrament d'autocaravanes. El consum energètic dependrà tan de l'estil de vida del propi campista, per tant per aquest estudi es considerarà que el campista realitzarà totes les tasques quotidianes a la caravana o parcel·la. Cal afegir que el consum de la parcel·la també dependrà del model de caravana ja que les caravanes amb més antiguitat tenen un consum major. Es pressuposa que al no tenir un lloc oficial ni adequat per l'estacionament de l'autocaravana, no es tindrà en compte per aquest estudi. A la vegada es voldrà dotar el càmping de les majors facilitats possibles en termes de llum, endolls i preses d'energia.

Dispositiu	Energia anual (kWh)	Energia diària (Wh)	Energia/persona (Wh)
Termo elèctric (3p)	126	345,20	58,33
Rentadora (4p)	174	476,8	119,2
Secadora (4p)	175	480	120
Nevera (5p)	373	1020	205
Càrrega de mòvil	36,5	10	10
Càrrega de portàtil	44,5	122	122
LLum	507,6	1390	1390
TOTAL	1436,6	3844	2024,53

Taula. 5: Resum de l'energia elèctrica consumida per persona

#### 4.3.3. Consum total

Tenint en compte l'objecte d'aquest treball, que té com a beneficiari principal l'equip del Formula Student de l'Escola. El càlcul total de consum d'aigua i energia elèctrica es farà en funció dels membres de l'equip i els càlculs dels apartats previs. Tot i que aquest estudi es pot extrapolar tant a altres càmpings, com en grups de major multitud. L'equip de l'ETSEIB motorsport està format per 40 membres. Malgrat això, en tractar-se de un circuit reconegut per la federació internacional de motociclisme i per la federació internacional d'automobilisme, s'ha tingut en compte que no només hi pot haver l'equip de Motorsport, sinó equips d'arreu.

En l'últim test celebrat en el Parcmotor va agrupar unes 200 persones de diferents equips, per tan el consum final es calcularà en funció d'aquest nombre. Finalment el consum d'aigua i electricitat diària serà el següent

Nombre de persones	Consum Aigua (l)	Consum Electricitat (Wh)
1	140	2024,53
200	28000	404906

Taula. 6: Taula resum dels consums d'aigua i electricitat

#### 4.4. Disseny del mòdul de higiene

En aquest apartat es dissenyarà els habitacles per les dutxes i els lavabos. Es busca primordialment que sigui sobretot utilitari, portable i compacte. Com que el circuit té una zona habilitada per l'acampada i però no és fixa, a l'acabar cada esdeveniment s'ha de desmuntar tota la zona de càmping. Per tant el disseny de la zona d'higiene no pot ser un disseny que requereixi una construcció permanent, sinó que ha de ser fàcil de construir o muntar, i a la vegada fàcil de desmuntar. També haurà de ser fàcil de transportar i d'un grandària que pugui cabre en un camió.

##### 4.4.1. Lavabos i dutxes

###### 4.4.1.1. Opció 1: Mòduls individuals

Avui en dia en el mercat hi ha una gran varietat d'empreses que ofereixen lavabos portàtils per esdeveniments, tant en lloguer com en compra. També ofereixen dutxes, i serveis de neteja de mans com la instal·lació d'aigua corresponent. Per una banda és força pràctic, ja que es tracta de cabines fàcilment portables i la instal·lació és força senzilla perquè es tracta de mòduls prefabricats, i només s'hauria d'instal·lar l'aigua. D'altra banda, es tracta de mòduls individuals tant en lavabo com en dutxa, fet que presenta varis inconvenients. Al tractar-se de mòduls individuals requereixen instal·lacions d'aigua individuals, cosa que multiplicaria el cost de la instal·lació en cada ús. A la vegada tampoc és pràctic, ja que per passar del lavabo a la dutxa has de canviar de mòdul. Realment el factor més important és el nombre d'usuaris. Es necessita serveis i dutxes per 200 persones aproximadament i necessitaríem massa mòduls, fet que elevaria molt el preu del lloguer/compra i el transport.





Fig. 8 / Fig. 9 i Fig. 10: Mòduls de lavabo individuals i pica amb aixetes

#### 4.4.1.2. Opció 2: Vestuaris

Seguidament s'ha pensat en un recinte tancat, a mode de vestuari, que disposi de tots els serveis, lavabos, dutxes, piques per rentar-se les dents. Serà més còmode per l'usuari i més econòmic. Actualment en el mercat hi ha empreses que es dediquen a la venda i lloguer de mòduls prefabricats a mode de vestuaris i que incorporen banys i dutxes així com un calefactor d'aigua.

L'empresa Europa-Fabri ofereix una àmplia gamma de mòduls sanitaris prefabricats, segons les necessitats ja que té desde mòduls individuals, amb un bany i una dutxa fins a mòduls amb 4 dutxes i 2 banys. En la següents imatges es pot veure els plànols dels diferents mòduls.

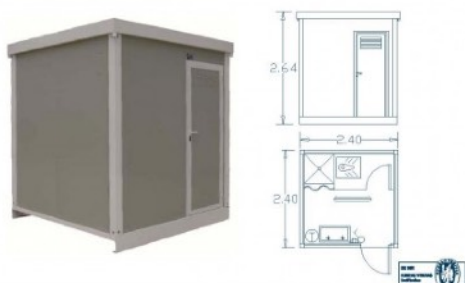


Fig. 12: Modul prefabricat amb un lavabo i una dutxa

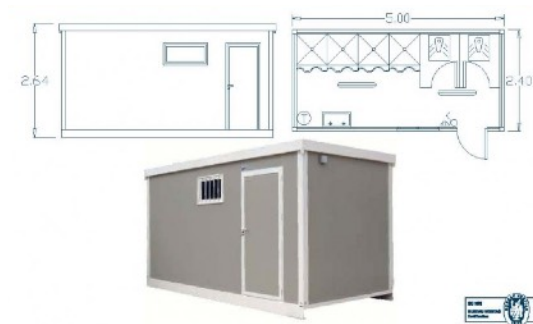


Fig. 13: Modul prefabricat amb 2 lavabo i 4 dutxes

També s'ha pensat en la compra d'un mòdul diàfan, i realitzar el disseny i la construcció per un mateix, ja que ofereix més llibertat a l'hora de dissenyar la distribució del mobiliari segons les necessitats. Però s'ha descartat degut a la dificultat en la construcció i els costos addicionals que portaria.

Finalment s'ha estimat que l'opció més viable és la dels mòduls sanitaris prefabricats. Seguint la normativa de campings explicada anteriorment en l'apartat 4.2, es requeriran:

FACILITATS A CONSTRUIR EN EL CAMING		Per 200 persones	Necessaris
<b>Lavabos</b>	1 per cada 14 unitats d'acampada	14,2857142857143	15
<b>Dutxes</b>	1 per cada 17 unitats d'acampada	11,7647058823529	12
<b>Evacuàtoris</b>	1 per cada 12 unitats d'acampada	16,6666666666667	17

Taula. 7: Facilitats que es necessitaran en el càmping

Aleshores cal instal·lar 15 lavabos i 12 dutxes. S'instal·larà 4 mòduls del model SN-30P que consten de 3 dutxes, 3 lavabos amb evacuàtoris tipus tassa i una petita zona de vestidors. D'aquets mòduls dos seran per homes, i els altres dos seran per dones. Restaran 5 evacuàtoris que s'instal·laran individualment, seran mòduls de lavabos individuals del model SNL-1.5 i quedaran lliure a disposició de qualsevol persona.



Fig. 13: Modul prefabricat SNL 1.5 que s'instal·larà

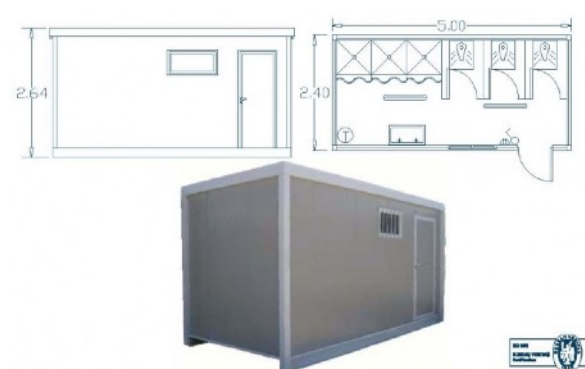


Fig. 14: Modul prefabricat SN 30P que s'instal·larà

#### Característiques SN 30P

- 2,64 x 5,00 x 2,40 m
- Mirall
- 3 dutxes + cortines
- 3 tasses de Vater
- 2 plaques turques
- Termo de 50l
- Pileta + 4 grifos
- 2 luminaries de 35W
- Endolls

#### Característiques SNL 1.5

- 2,64 x 1,20 x 1,20 m
- 1 tasses de Vater
- Pileta

#### 4.4.2. Bugaderia

Per instal·lar les rentadores de secadores és necessari un habitacle tancat. Cap mòdul prefabricat té instal·lat aquets seveis. El més òptim és la compra d'un mòdul diàfan i instal·lar els electrodomèstics per un mateix. Hi ha diferents dimensions de mòduls diàfans, no obstant es busca un on s'hi pugui instal·lar fàcilment 3 rentadores i 3 secadores.

Modelo	Exterior		
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
PS1	2320	2350	2570
PS2	3840	2350	2570
PS3	5840	2350	2570
PS4	7840	2350	2570

Taula. 8: Mesures dels diferents mòduls diàfan prefabricats

S'ha decidit que el tamany més adient és el PS3 ja que a part dels 6 electrodomèstics també hi ha una petita zona amb estenadors per poder aixugar la roba que no es vulgui posar a la secadora i donar més amplitud a l'habitacle.

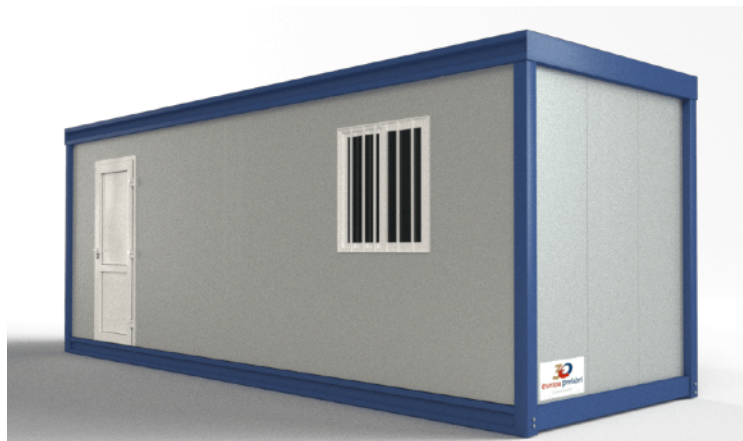


Fig. 15: Modul prefabricat PS3 en que s'instal·larà la bugadaria

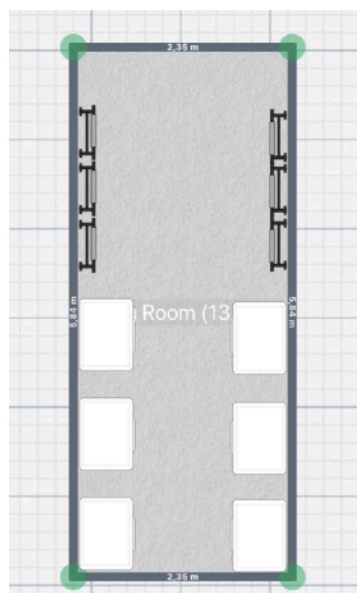


Fig. 16: Distribució del mobiliari de la bugadaria

## 5. ESTUDI LÚMINIC DEL CÀMPING

En aquest apartat es realitzarà un estudi fotomètric lúminic dels mòduls per saber les lluminàries que caldrà instal·lar donat que aquets no tenen finestres i no entra llum natural. A la vegada també es procedirà fer un estudi lúminic dels exteriors dels mòduls i parcel·les per poder instal·lar fanals per il·luminar la zona d'acampada en les hores que no hi hagi llum.

Un estudi fotomètric es realitza durant la fase de planificació i/o disseny d'un projecte de construcció, per tal d'anticipar les necessitats lúminiques de cada espai, tenint en compte les paramètres mínims d'il·luminació recomenats evaluats de LUX (Unitat d'il·luminació).

### 5.1. Nivells comuns i recomendas de llum

El nivell de llum a l'aire lliure és aproximadament d'uns 10.000 lux en un dia clar. Generalment la quantitat de llum que hi ha un habitatge estàndard 300 lux, però varia depenen de l'habitació. Hi ha unes recomenacions òptimes de lux que venen resumides en la següent taula.

Àrees i classes de local	Mínim (LUX)	Òptim (LUX)	Màxim (LUX)
Dormitori	100	150	200
Bany	100	150	200
Sala d'estar	200	300	500
Cuina	100	150	200
Sales d'estudi	300	500	750

Taula. 9: Il·luminació recomenada en les diferents habitacions

En el cas de l'enllumenat exterior, es busca optimitzar l'orientació de la llum per tal que el vianant pugui anticipar els seus moviments als possibles obstacles que hi hagi en la zona d'acampada, així com reconèixer l'entorn i orientar-se adequadament. Tanmateix és important que no afectin al descans dels campistes.

Com s'ha vist anteriorment els nivells d'enllumenat varien segons l'ús al que van destinats. Els nivells de llum exterior en hores de nit, va desde els 0,2 lux que et permeten orientar-te i veure els obstacles del camí, i arriba fins els 20 lux, més comú en zones d'oci nocturn. En la majoria dels casos 5 lux serà suficient per garantir la seguretat del vianant.

## 5.2. Il·luminació dels lavabos i dutxes

Els mòduls prefabricats del model SN-30P a banda de la instal·lació dels lavabos i dutxes, també inclouen la il·luminació interior que ja compleix els requisits de lluminària desitjats. D'altra banda el mòdul diàfan on s'instal·larà la bugaderia no porta incorporat cap tipus de lluminària.

Es procedirà a seguir les recomenacions de la taula 9, que indiquen que la quantitat òptima de LUX per un bany es de 150 LUX. Per tant es pot calcular el flux útil de llum que necessitem ja que depen del nivell de il·luminació (en LUX) i la superfície a il·luminar (en m2), relacionats mitjantsant la següent fórmula:

$$\phi_u = E_m \cdot S = 150 \cdot (5,84 \cdot 2,35) = 2058,6$$

$$\phi_u = Flux$$

$$E_m = LUX$$

$$S = Superficie$$

Un cop tenim el flux lumínic útil que necessitem el mòdul de bugaderia, que és de 2058,6 lúmens. Es calcularà el flux total que es necessita mitjantsant la següent fórmula:

$$\phi_T = \frac{\phi_u}{C_u \cdot C_m}$$

És necessari el càlcul del coeficient d'utilitat i de manteniment. El coeficient de manteniment és una característica de cada il·luminària i ve donat en les especificacions tècniques del fabricant d'aquesta. D'altra banda el coeficient d'utilitat depen de variis factors com ara l'índex l'habitacle, el color i el material de les parets degut a la reflexió, així com el mateix enllumenat.

L'índex de l'habitacle es calcula mitjansant la següent expressió:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$a = \text{amplada}$

$b = \text{llargada}$

$h = \text{alcada . lluminaria}$

La alçada de la lluminària es recomana situarla al  $h=75\%H$  de l'alçada total de l'habitacle. Per tant com el nostre mòdul medeix  $5,84 \times 2,35 \times 2,75$  (  $a \times b \times H$ ). Prendrem  $h=2m$

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{5,84 \cdot 2,35}{2 \cdot (5,84 + 2,35)} = 0,84$$

En el nostre mòdul s'instal·larà lluminaries LED ja que presenten molts avantatges en diferència a les lluminaries convencionals, són més econòmiques a llarg plaç, més ecològiques, tenen una vida útil més elevada. S'ha estimat que s'utilitzarà la bombeta LED de Philips 8718696472187 E27, degut a les seves especificacions i el seu cost de mercat, 4.99€ la unitat.

#### Características de la bombilla

Forma	Estándar
Casquillo ?	E27
Regulable	No
Voltaje	220 - 240 V
Vataje	7 W
Equivalencia en vatios	60 W

#### Duración

Vida útil de la bombilla	15000 hora(s)
Número de ciclos de apagado y encendido	30000
Factor de mantenimiento del flujo luminoso	0,7
Vida útil media (a 2,7 h/día)	15 año(s)

#### Consumo de energía

Etiqueta de bajo consumo	A++
Consumo de energía por 1000 horas	7 kWh

#### Características de la luz

Comodidad para la vista	Comodidad para la vista
Emisión de luz	806 lúmenes
Ángulo de apertura	300 grado
Color	Blanco cálido
Temperatura del color	2700 K
Efecto de iluminación/acabado	Blanco cálido
Índice de reproducción cromática (IRC)	80
Tiempo de encendido	<0,5 s
Tiempo de encendido hasta alcanzar el 60% de luz	100 % de luz al instante
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación cómoda</li> <li>Luz suave</li> </ul>

#### Dimensiones de la bombilla

Longitud	110 mm
Diámetro	60 mm

#### Valores nominales

Potencia nominal	7 W
Flujo luminoso nominal	806 lúmenes
Vida útil especificada	15000 hora(s)
Ángulo de apertura nominal	300 grado

#### Otras características

Contenido en mercurio	0 mg
Factor de potencia	0,55
Corriente de la bombilla	50 mA

Fig. 17: Característiques de la bombeta Phillips



Finalment per determinar el coeficient d'utilitat de l'habitable cal seleccionar les reflectàncies del mòdul seleccionat mitjant la taula següent.

SUPERFICIE	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN (ρ)
Techo	Blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Piso	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fig. 18: Factor de reflexió per les diferents parets i tonalitats

Donat que els materials del mòdul són més aviat de colors grisos, i que el blanc és considerat el color que més bé reflecteix la llum i el negre el que menys, s'ha estimat que s'agafarà els factors de reflexió intermitjos. Així doncs, seguint els índex de la següent taula, es seleccionarà un factor de reflexió de sostre - parets - terra de 0,5 - 0,3 - 0,1.

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.25	0.23	0.18	0.20	0.16	0.12	
0.80	0.46	0.43	0.43	0.42	0.40	0.32	0.29	0.24	0.26	0.21	0.16	
1.00	0.53	0.49	0.50	0.48	0.46	0.38	0.34	0.29	0.30	0.26	0.20	
1.25	0.61	0.56	0.57	0.54	0.52	0.45	0.40	0.35	0.35	0.31	0.24	
1.50	0.67	0.61	0.62	0.60	0.57	0.49	0.44	0.39	0.39	0.35	0.27	
2.00	0.76	0.68	0.71	0.67	0.64	0.57	0.51	0.46	0.45	0.41	0.32	
2.50	0.82	0.73	0.77	0.72	0.69	0.62	0.56	0.51	0.49	0.46	0.36	
3.00	0.87	0.76	0.81	0.76	0.72	0.66	0.59	0.55	0.53	0.49	0.39	
4.00	0.94	0.81	0.87	0.82	0.77	0.72	0.64	0.61	0.57	0.54	0.44	
5.00	0.98	0.84	0.91	0.85	0.80	0.75	0.68	0.64	0.60	0.57	0.47	

Fig. 19: Correlació dels índex reflectàncies paret-sostre-terra

Amb aquests valors es pot obtenir el coeficient d'utilitat de les bombetes gràcies a la taula d'especificacions de Phillips. S'observa que pels valors de reflexió agafats equivalen a 0,29 per  $K=0,8$  i 0,34 per  $K=1$ . Per tant interpolant es pot trobar el valor del coeficient d'utilització per la nostra  $K=0,84$  tenim un coeficient d'utilització de 0,3. Finalment, el factor de manteniment ve donat pel fabricant de la bombeta. Segons les especificacions de Phillips, la bombeta LED 8718696472187 E27 té un coeficient de manteniment de 0,7. No obstant s'ha comprovat amb altres factors de manteniment recomenats en els diferents ambients de treball. Observant la següent taula veiem que per un ambient clar, com pot ser una habitació amb molta llum natural el factor de manteniment és de 0,8. Per contra en ambients més bruts el factor de manteniment és de 0,6. Donat que estem treballant en una bugadaria ja va bé prendre el valor mig dels dos ambients, que coincideix amb el del fabricant.

Un cop ja es té totes les dades, s'ha procedit al càlcul del flux lluminós total.

$$\phi_T = \frac{\phi_u}{C_u \cdot C_m} = \frac{2058,34}{0,3 \cdot 0,7} = 9802,85$$

La potència necessària que es necessita per il·luminar el mòdul es calcularà dividint el flux de llum total entre l'eficiència de la bombeta,  $\epsilon$  mesurada en lúmen per Watt. Conegut el flux de llum desitjat i l'eficiència de la bombeta, facilitada pel fabricant, es podrà saber la potència necessària per il·luminar l'habitable.

A la vegada, amb el flux de llum necessari, i el flux de llum de una sola bombeta, es podrà saber el nombre total de bombetes que caldrà instal·lar.

$$P = \frac{\phi_T}{\epsilon} = \frac{9802,85}{120} = 81,7W$$

$$NB = \frac{\phi_T}{\phi_N} = \frac{9802,85}{806} = 12,16$$

Realitzant els càlculs anteriors s'ha arribat a la conclusió que caldrà instal·lar 12 bombetes en tot l'habitable. Resultat que quadra amb la potència necessària ja que tenint

en compte la potència nominal de la bombeta, que és de 7W, el total subministrat per les 12 bombetes a instal·lar serà de  $12 \cdot 7 = 84W$ , més del necessari.

No obstant la col·locació de les lluminàries ha de cobrir uniformament tota la sala amb la mateixa llum. Per això un cop calculat el nombre de bombetes que s'han d'instal·lar es procedirà a calcular com es distribuirà al voltant de tot el mòdul. En habitacions rectangulars les lluminàries es reparteixen de forma uniforme en files paral·leles als eixos de simetria del local, i es distribueixen segons les següents fórmules:

$$N_{ampl} = \sqrt{\frac{NB}{b} \cdot a} = \sqrt{\frac{12}{5,84} \cdot 2,84} = 2,19$$

$$N_{llarg} = N_{ampl} \cdot \frac{b}{a} = 2,19 \cdot \frac{5,84}{2,35} = 5,5$$

Per tant segons els resultats obtinguts es farà 2 files de bombetes, amb 6 bombetes a cada fila. Per saber la distància exacta entre cada lluminària es seguirà les recomenacions del mètode dels lúmens. Aquesta distància estarà inferior entre 1 a 1,5 de l'altura útil ( $h=2$ ). Mentre que la distància entre les lluminàries i la paret serà la mitat d'aquest valor.

$$dx = \frac{a}{N_{ampl}} = \frac{2,85}{2} = 1,425m$$

$$dx' = \frac{dx}{2} = 0,7125m$$

$$dy = \frac{b}{N_{llarg}} = \frac{5,84}{6} = 0,973m$$

$$dy' = \frac{dy}{2} = 0,4865m$$

Com podem veure les dues distàncies són inferiors a l'altrura útil  $h$ , per tant complim amb les recomenacions. Aleshores la disposició de lluminàries en el mòdul quedaria distribuïda de la següent manera.

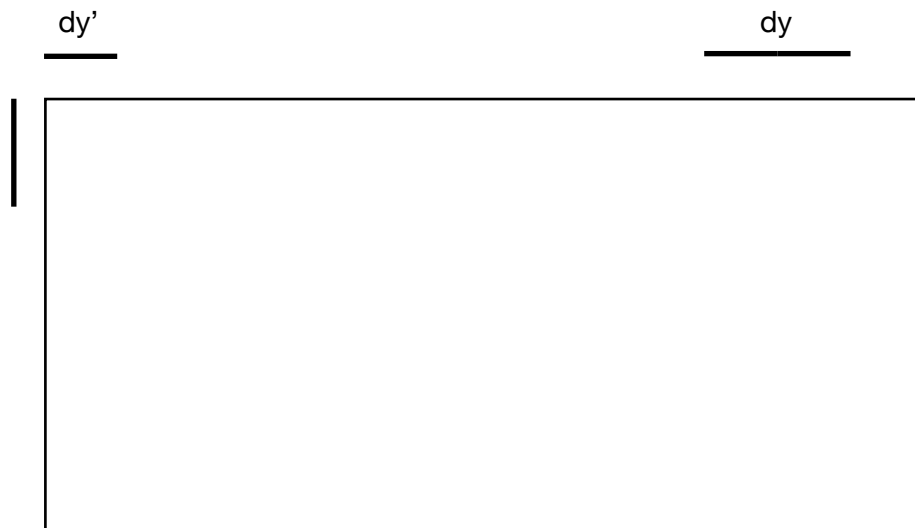


Fig. 20: Croquis de la distribució de lluminàries en el mòdul

### 5.3. Il·luminació dels carrers del campament

En el cas de l'enllumenat dels carrers del campament, s'ha estimat que la lluminària necessària serà de 5 LUX. S'ha buscat una farola exterior ja fabricada per simplificar molt més la instal·lació d'aquesta. L'objecte principal del projecte és la construcció d'un campament sostenible i autosuficient, és per això que es buscarà fanals que porten incorporat un panell solar perquè així siguin autosuficients.

Per poder fer un estudi més precís sobre l'il·luminària exterior, i al no tenir una zona de acampada amb vies clarament marcades, s'assumirà una via estàndard d'una ciutat i aquesta es dividirà en zones més petites per facilitar l'estudi. Actualment la normativa urbanística de Barcelona exigeix una amplada mínima de vorera de 1,20 m i una amplada recomanada de 1,50 m. De totes maneres en la zona d'acampada també es tindrà en compte que podran circular vehicles pels carrers, per tant s'ha de afegir a l'estudi una calçada de 5m d'ample. En conclusió, es prendrà una zona de 6,5m d'ample x 10m de llargada, sumant 65 metres quadrats.

$$\phi_u = E_m \cdot S = 5 \cdot (65) = 325$$

En mobiliari urbà hi ha faroles amb molta varietat d'alçada, que van desde lluminàries arran de terra fins a faroles de 8 m d'alçada. S'ha considerat agafar l'alçada d'una farola convencional de ciutat que medeix h=4,5m.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6,5 \cdot 10}{4,5 \cdot (6,5 + 10)} = 4,37$$

Com que ara l'estudi a realitzar és a l'aire lliure i amb una situació on no hi ha cap mena de llum natural, a la següent taula es prendrà els valors de la última columna que són els que fan referència a llocs i habitacles on la reflectància és nul·la. Pel valor de K trobat anteriorment, s'haurà d'interpol·lar el resultat per trobar el coeficient d'utilitat de la farola, que serà de 0,4511.

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.25	0.23	0.18	0.20	0.16	0.12	
0.80	0.46	0.43	0.43	0.42	0.40	0.32	0.29	0.24	0.26	0.21	0.16	
1.00	0.53	0.49	0.50	0.48	0.46	0.38	0.34	0.29	0.30	0.26	0.20	
1.25	0.61	0.56	0.57	0.54	0.52	0.45	0.40	0.35	0.35	0.31	0.24	
1.50	0.67	0.61	0.62	0.60	0.57	0.49	0.44	0.39	0.39	0.35	0.27	
2.00	0.76	0.68	0.71	0.67	0.64	0.57	0.51	0.46	0.45	0.41	0.32	
2.50	0.82	0.73	0.77	0.72	0.69	0.62	0.56	0.51	0.49	0.46	0.36	
3.00	0.87	0.76	0.81	0.76	0.72	0.66	0.59	0.55	0.53	0.49	0.39	
4.00	0.94	0.81	0.87	0.82	0.77	0.72	0.64	0.61	0.57	0.54	0.44	
5.00	0.98	0.84	0.91	0.85	0.80	0.75	0.68	0.64	0.60	0.57	0.47	

Fig. 21: Correlació dels índex reflectàncies paret-sostre-terra

D'altra banda com ja hem vist anteriorment, el factor de manteniment depèn de l'ambient de treball. Per tant al tractar-se d'un ambient nocturn agafarem un coeficient de manteniment equivalent a un ambient brut.

Ambiente	Factor de mantenimiento (f <sub>m</sub> )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fig. 22: Factor de manteniment degut a l'ambient

$$\phi_T = \frac{\phi_u}{C_u \cdot C_m} = \frac{325}{0,4511 \cdot 0,6} = 1200,77$$

$$NB = \frac{\phi_T}{\phi_N} = \frac{1200,77}{1300} = 0,923$$

Aleshores per una franja de carrera de 10 m de llarg s'ha calculat que pertoca un fanal aproximadament. No obstant s'anirà col·locant un fanal cada 10 m de carrer alternativament a cada banda de la via per abastir de llum tot el rang possible.

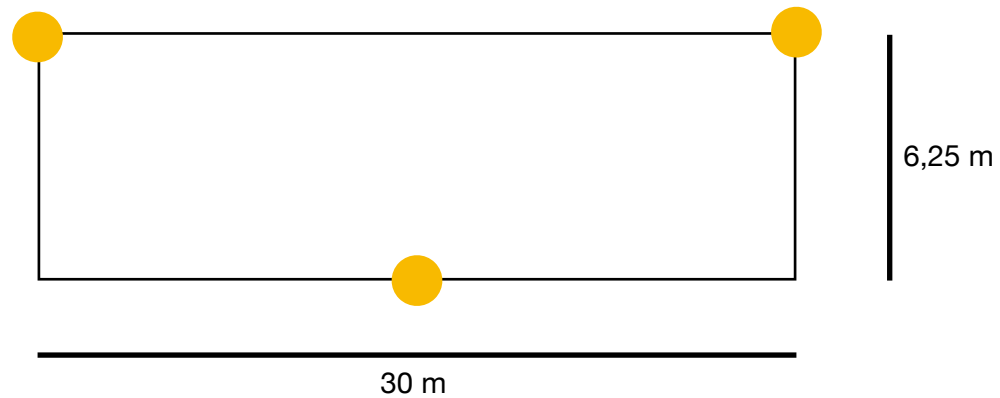


Fig. 23: Distribució de lluminàries al carrer de la zona d'acampada

## **5.4. Distribució Camping**

Un cop calculat les com s'iluminarà el càmping de nit, es procedirà a realitzar el disseny que optimitzi millor les distàncies entre mòduls i parcel·les per que el consum de llums en els carrers sigui el menor possible sense posar en risc la vida del vianant.

## **5.5. Càlcul del consum de les lluminàries**

En l'apartat 4 s'ha realitzat un càlcul orientatiu de l'energia necessària per abastir el camping en un dia per les 200 persones. La suma total d'energia que cal subministrar és de 405 KWh al dia, una quantitat similar a la que pot consumir una persona en 2 mesos a casa. Es preveu que serà difícil trobar un sistema d'alimentació sostenible i fàcil d'instal·lar que pugui subministrar tota aquesta energia en un sol dia, es per això que es realitzarà un càlcul més precís per poder saber quin tipus d'instal·lació s'escaurà més en el projecte.

### **5.5.1. Consum llum dels mòduls**

S'ha decidit que els mòduls d'higiene es podran utilitzar les 24 hores del dia per poder satisfer les necessitats de cada campista.

El mòdul sel·leccionat, SN 30P consta de 2 lluminàries ja instal·lades, que consumeixen 35W cada una. D'altre banda el mòdul SNL 1.5 no té cap tipus de lluminària i per tant no consumirà energia.

El consum en el mòdul de bugadaria anirà gestionat per les 12 bombetes de 7W, no obstant com el consum dels electrodomèstics com la rentadora i la secadora és força elevat i tenint en compte que s'usarà puntualment es reduirà el nombre d'hores d'obertura de la bugadaria per fer servir aquest servei a 5 hores diàries. Tot i que es podrà accedir al mòdul 24 per poder recollir la possible roba estesa.

El consum de la rentadora es té en compte que es programarà amb el programa més econòmic, a temperatura de 30 °C per una rentadora Bosch 4242005093755 i per una secadora Bosch 4242005102617.

### 5.5.2. Consum faroles

Pel càlcul total de energia no s'ha tingut en compte les faroles ja que són faroles solars i també duen una bateria incorporada, per tant són autosuficients. Tot i que hi ha la possibilitat de instal·lar faroles d'enllumenat LED, connectades al generador de corrent.

### 5.5.3. Consum parcel·les

També s'ha tingut en compte una possible instal·lació de llum a cada parcel·la per que es pugui disposar de llum durant les hores de nit. S'estima una lluminària per parcel·la durant 8 hores. La idea inicial és semblant a les faroles. Es preté trobar unes lluminàries de parcel·les que puguin subministrar llum sense necessitat de generadors d'electricitat. Una bona opció seria petits fanals amb plaques fotovoltaïques incorporades.

### 5.5.4. Taula resum del Consum total

	Dispositius	Consum (W)	Nombre de mòduls	Hores en ús	Total (Wh)	Total (kWh)
<b>Bany i dutxes</b>	2	35	4	24	6720	6,72
<b>Evacuatori</b>	0	0	5	24	0	0
<b>Bugadaria</b>	12	7	1	24	2016	2,016
<b>Rentadora</b>	3	190	1	5	2850	2,85
<b>Secadora</b>	3	640	1	5	9600	9,6
<b>Total</b>		<b>872</b>			<b>21186</b>	<b>21,186</b>

Taula. 10: Resum de l'energia elèctrica total a subministrar en el càmping



A la vegada es creu oportú considerar que el consum serà més elevat del habitual per cobrir possibles excessos en el consum o alguna sobrecàrrega. Es preté establir un marge de seguretat per cobrir el consum total, i s'estableix que aquest marge sigui del 50%. Per tant el consum total serà el següent:

$$Consum \cdot \gamma_{se} = 21,186 \cdot 1,5 = 31,779 \text{ kWh} \simeq 32 \text{ kWh}$$

## **6. ABASTIMENT DE RECURSOS DEL CAMPING**

El càmping necessita energia i aigua corrent potable perquè els campistes puguin realitzar les tasques bàsiques del dia a dia amb total comoditat. És preté que es pugui abastir tota la zona d'acampada d'aigua i llum sense cap problema, i a la vegada intentat minimitzar l'impacte medioambiental del recinte. En aquest apartat es realitzarà un estudi energètic i econòmic sobre les diferents possibilitats en el subministrament d'energia i aigua.

Actualment el Circuit Parcmotor disposa de la zona d'acampada però no de les facilitats per acampar. Quan l'equip del Fomula Student de l'Escola utilitza les instal·lacions del Parcmotor per realitzar les proves necessita els portar fonts d'alimentació pròpia per poder abastir lúmicament i elèctrica el càmping. A la vegada no hi ha preses d'aigua per tal de que es puguin realitzar les necessitats higièniques bàsiques diàries.

### **6.1. Abastiment Energètic**

#### **6.1.1. Introducció**

Segons els càlculs realitzats en l'apartat 5.4.4 d'aquest projecte s'ha estimat que s'haurà de subministrar 32 kWh diaris al càmping durant un període de 7 dies aproximadament. Ja s'ha tingut en compte que els models de faroles i lluminiàries són autosuficeints degut a que incorporaran panells solars en el dispositiu. D'altra banda s'ha buscat la manera més rentable ecològicament, però a la vegada també la manera més econòmica per tal de suministrar les 32 kWh que han de servir per alimentar la zona de lavabos i rentadores.

Actualment quan l'equip del ETSEIB Motorsport realitza proves dels seus cotxes al Circuit Parcmotor Castellolí i acampa en la zona de càmping per tal de obtenir energia elèctrica per il·luminar el càmping utilitza un generador elèctric de gasoil. Es tracta d'una solució força econòmica degut al preu de mercat d'aquests productes, però evidentment no és una solució òptima pels estudiants que hauran d'estar una setmana convivint amb l'equip i realitzant totes les tasques necessàries de manetiment i millora del cotxe del Formula Student i també les quotidianes com dormir. Tot i que recentment s'ha millorat en l'eficiència d'aquest generadors per poder-se adaptar a les noves normatives mediambientals, segueixent presentent varis inconvenients. Degut a la continua demanda del petroli, el preu del gasoil va a l'alça i les previsions són que continui pujant, no obstant no és el principal inconvenient ja que produeixen unes emissions de diversos gasos causant de l'efecte hivernacle, el més destacat és el diòxid de carboni. A la vegada el seu funcionament provoca contaminació acústica degut al soroll produït que pot ser molest pels campistes en el seu descans o hores de treball.

### 6.1.2. Solució proposada

Avui en dia, el consum d'energia sostenible i renovable està a l'alça i existeixen diverses maneres de generar electricitat amb recursos 100 % sostenibles. No obstant, no tots els recursos són viables en el nostre projecte ja sigui per raons econòmiques, dimensionals o no es disposa dels recursos naturals suficients.

Primerament s'ha descartat usar energia eòlica o recursos hidrèulics per que no es disposa ni el pressupost ni els recursos necessaris per fer les instal·lacions pertinents a aquests dos sistemes. S'ha pensat que la solució més adequada és instal·lar panells solars que alimentin unes bateries que serviran per abastir les lluminàries dels mòduls de lavabo i rentadores ja que a que es tracta de una font d'energia altament sostenible i eficaç, i a la vegada també han de realitzar la funció de font d'energia reserva per que en cas que la meteorologia no sigui la adequada es pugui il·luminar el càmping sense problema.

Donat que el consum diari calculat en l'apartat 5.4.4 d'aquest projecte és de 32 kW/h

L'objectiu del treball és realitzar el disseny més sostenible i econòmicament possible possible, i donat l'elevat preu del material necessari per abastir el càmping s'estima buscar altres recursos per aprofitar la llum solar d'altres maneres que no només sigui a través de les plaques solars. En el cas del mòdul de bugadaria, que és un mòdul que només s'usarà durant el dia, és a dir en hores de llum (11:00-17:00 aproximadament) és interessant aprofitar la pròpia llum solar per il·luminar el mòdul i poder estalviar les 12 lluminàries que es pretenien instal·lar i també la pròpia placa com la seva i la instal·lació. Per visualitzar el procés que es pretén estalviar s'ha adjuntat el següent esquema.



Fig. 24: Esquema del procés la placa solar

La idea és eliminar el procés de transformació que realitza la placa solar, que té com a funcionalitat transformar l'energia lúmnica solar en energia elèctrica. No obstant en aquest projecte, la energia elèctrica també s'usa per abastir lúmicament el mòdul. Per tal d'aconseguir-ho es preté que la pròpia llum del sol serveixi per il·luminar el mòdul de la bugaderia. Aquest sistema ha de ser capaç de subministrar els luxos necessaris per il·luminar tot el mòdul i també ha de poder funcionar per qualsevol posició del sol i meteorologies diverses.

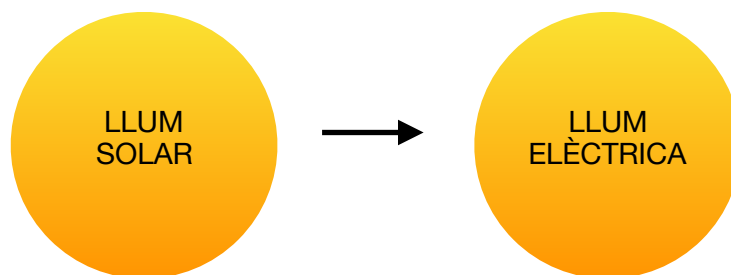


Fig. 25: Esquema del procés de difusió de la llum

### 6.1.3. Projecte Liter of light

El 2016 la ONU va premiar la iniciativa Litter of light fundada per la mexicana Teresa González García, que ha aconseguit portar llum a zones geogràfiques arreu del món on no es disposa de recursos per generar ni abastir les diferents comunitats d'energia elèctrica, amb un baix cost i recursos ecològics. Liter of light és una ONG basada en el projecte de "SOLAR BOTTLES" desenvolupat per un grup d'estudiants del MIT (Massachusetts Institute of Technology) que varen abastir lúmicament 3 milions de persones de Manila, Filipines, on no s'hi disposava de corrent elèctric o només disposaven d'instal·lacions molt pobres que fallaven sovint i tenien un alt risc d'incendi.

Liter of light és un projecte altament innovador ja que es basa en l'ús de materials econòmics, duradors i de fàcil accés per produir il·luminació 100% natural per contra de l'ús de llum elèctrica. Es tracta d'utilitzar ampelles de plàstic reutilitzables, clor i aigua, que insal·lades de forma adient es coneixen com a bombetes i aconseguixen il·luminar igual que una bombeta de 50W.



Fig. 26: Logotip del projecte Liter of light

#### 6.1.3.1. En què consisteix?

Es trata de una instal·lació força senzilla i ràpida. Cal omplir les ampolles reciclades completament amb una solució d'aigua i clor, o en el seu defecte lleixiu, que servirà per mantenir la transperència de l'aigua durant més temps i que no es torni verdosa i poder garentir una bona qualitat de llum. La ampolla s'haurà de col·locar al sostre de l'habitable a il·luminar, on s'haurà realitzat un forat del diàmetre de la ampolla deixant part de l'ampolla (entre un 20-30%) visible per sobre la taulada. L'ampolla amb la solució d'aigua i clor s'haurà de segellar per tal que quedi immòbil i evitar les filtracions d'agents externs com aigua i aire en cas de meterologia adversa o també petits animals com insectes, i així garantir un bon funcionament de la bombeta al llarg del temps. Les propietats reflectives de l'aigua asseguren que la llum solar que arriba a la part superior de la ampolla es reflecteixi omnidireccionalment a l'interior de l'habitable, just com ho faria una bombeta corrent, aconseguint així una il·luminació igual a una bombeta entre 40-60 W, depenent de la meterologia.

Un aspecte a tenir en compte, la cola que s'usarà per segellar l'ampolla ja que estarà en contacte directe amb la radiació solar, aigua en cas de pluja i altres agents externs. Per això cal assegurar-nos que sigui resistent a aquests factors per no haver de fer un manteniment constant de la instal·lació



Fig. 27: Barracons amb il·luminació per ampolles

El major avantatge del projecte és que els materials i elements que s'usen per poder abastir lúmicament les zones necessàries són de fàcil accés i no requereixen cap tractament per poder reusarlos. Evidentment mitjantsant la reutilització de ampolles de plàstic es redueix el la contaminació d'aquest en el medi ambient ja que actualment suposa un gran problema o els posteriors tractaments que es realitzen per reciclar aquest tipus de material. De fet, en el cas que al llarg del temps l'aigua es malmeti i perdi les seves propietats reflectants, només s'haurà de realitzar un canvi de l'aigua podent conservar l'ampolla.

#### 6.1.4. Solució definitiva

S'ha pensat en implementar el sistema d'il·luminació mitjantsant l'ús d'ampolles reutilitzables amb aigua als altres mòduls, banys i dutxes, ja que es tracta d'un sistema que no requereix cap connexió ni instal·lació elèctrica i es pot instal·lar fàcilment i de forma ràpida. L'únic inconvenient és que aquest sistema nòmes funciona durant les hores diurnes ja que aprofita la llum solar, per tant per la nit es necessària una altre tipus d'instal·lació per il·luminar els mòduls que han d'estar disponibles les 24 hores del dia. Per tant s'ha de trobar un sistema capaç alimentar energèticament els mòduls de de banys i dutxes i també el mòdul de la bugadaria ja que les 3 rentadores i secadores requerirant de corrent eleèctrica per funcionar.

La següent taula mostra el consum elèctric, ara sense les llums del mòdul de bugadaria:

	Dispositius	Consum (W)	Nombre de mòduls	Hores en ús	Total (Wh)	Total (kWh)
<b>Bany i dutxes</b>	2	35	4	8	2240	2,24
<b>Evacuatori</b>	0	0	5	24	0	0
<b>Bugadaria</b>	0	0	1	24	0	0
<b>Rentadora</b>	3	190	1	5	2850	2,85
<b>Secadora</b>	3	640	1	5	9600	9,6
<b>Total</b>		<b>865</b>			<b>14690</b>	<b>14,69</b>

Taula. 11: Resum de l'energia elèctrica total a subministrar en el càmping

L'objectiu del treball és abastir el càmping amb energies 100% renovables i sostenibles donat que es tracta de fonts d'energia inagotables, duraderes i amb beneficis medioambientals ja que tenen un impacte molt menor comparat amb les energies convencionals provinents de combustibles fòssils. Actualment existeixen moltes maneres de generar energia neta o energia sostenible i entre les més exteses arreu del món es troben.

- Eòlica
- Hidràulica
- Termosolar
- Solar
- Biomassa

Es busca que la font d'energia renovable sigui fàcilment muntable i desmuntable per tal de facilitar la seva instal·lació i desinstal·lació quan l'equip de l'Escola necessiti realitzar proves del cotxe en el Circuit ParcMotor. A més cal que sigui el més petit possible també ja que s'haurà de transportar i emmagatzemar. I finalment també es busca aconseguir el menor preu possible.

També s'ha de tenir en compte que no totes les energies renovables són aplicables al projecte, ja sigui per qüestions dimensionals en la seva implementació com els generadors eòlics que requereixen grans extensions ja que acostumen a instal·lar-se en gran nombre en els anomenats parcs eòlics i el ParcMotor no disposa de tanta extensió per instal·lar un parc eòlic sencer, i a la vegada són elements que poden arribar fins als 50m d'alçada per tal d'aprofitar les ratxes de vent en grans alçades i es necessita que tant sigui fàcil de muntar i desmuntar i també fàcil de transportar.

Altres factors importants per decidir la millor energia és el factor demogràfic. Instal·lacions com la hidràulica necessiten salts d'aigua de rius per aprofitar l'emergència potencial acumulada per posar en funcionament unes turbines que accionen un generador elèctric per transformar l'energia potencial en energia elèctrica. Ara bé, degut a que el ParcMotor està situat en la població de Castellolí, la comarca de l'Anoia, en la Catalunya interior i no disposa de rius en un radi prou proper per poder instal·lar un generador hidroelèctric.

En el cas de l'energia solar, el mercat ofereix una gran varietat en les dimensions de plaques fotovoltaïques com tipus de tecnologia fotovoltaica o com en el preu, fet que es fa que puguin adaptar a les necessitats del comprador, ja sigui per ús individual o per ús en comunitat. Les instal·lacions fotovoltaïques poden ser aïllades de red, orientades a aplicacions de senyalització i comunicació i electrificació rural, així com instal·lacions connectades a red orientades a l'autoconsum. S'ha considerat l'energia solar és l'energia que més s'escau entre dels sistemes d'energia renovables per abastir una petita comunitat com un càmping mitjançant un sistema aïllat de red amb bateries.

Un dels majors avantatges de l'energia solar és que es tracta d'una font d'energia renovable que no contamina que no perjudica al medi ambient en el procés de transformació d'energia elèctrica. A la vegada també és una font d'energia duradera ja que és inesgotable, fet que la fa ideal per l'autoconsum en zones on no hi arriba la xarxa de red elèctrica.

En el cas del projecte cal abastir 15 kW/h d'energia en el total del recinte del càmping. S'ha buscat plaques solars capaces de subministrar aquesta energia gràcies a l'efecte fotovoltaic del silici cristal·lí de les cel·les fotovoltaïques que absorbeixen els fotons provinents de la radiació solar. No obstant, calen més elements per garantir el funcionament del sistema. Les plaques solars i les bateries funcionen en corrent continu mentre que els electrodomèstics i les connexions a xarxa es realitzen amb corrent altern. Per tant es necessitarà un inversor de corrent de continu a altern per completar el circuit del sistema.

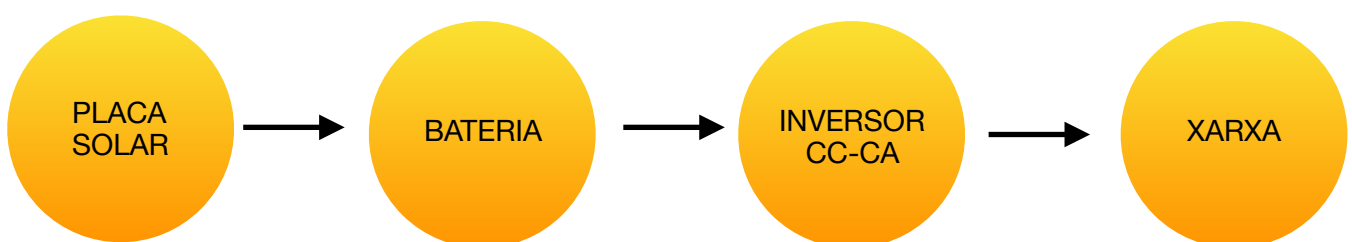


Fig. 28: Esquema del circuit de les plaques solars



En el mercat ja es comercialitza kits de plaques solars aïllades destinades a l'autoconsum de petites comunitats i es buscarà sistemes capaços d'abastir l'energia necessària o superior. La majoria d'empreses comercialitzen panells que arriben a subministrar 10 kW/h i 15 kW/h. No obstant es preferible adquirir un kit que pugui subministrar més energia en cas de sobretensió. Teknosolar ofereix un kit capaç de subministrar fins a 18 kW/h de mitjana diària, ja que oscil·la entre els 12 kW/h a l'hivern i els 23 kW/h a l'estiu i inclou 12 panells solar 325 W de potencia cada un, amb un inversor carregador de bateria i 4 bateries capa, vegeu Fig. 29. Per fer-se una idea més clara de la capacitat energètica del sistema, vegeu la taula 12. del projecte.

### Componentes

12 x Placa Solar 325Wp

4 x Batería solar estacionaria Hoppecke 6 vasos de 2V 6 OPZS 600 910Ah (Total 24 vasos)

1 x Inversor Cargador 5000W 48V con Regulador MPPT 80A

1 x Esquema de montaje, Cable Inversor y Megafuse 48V con caja

Fig. 29: Components del kit de panell solar

- Plaques fotovoltaïques: La placa solar Solar de 325Wp, es un panel solar amb una alta rendiment i eficiència. Controlat per un regulador de càrrega PWM ideal per aplicacions de alt consum i un espai reduït. S'encarregarà de convertir l'energia solar en energia Elèctrica per mitjà de les cèl·lules fotovoltaïques.
- Bateria: S'engarreguen d'emmagatzemar l'energia sobrant produïda per les plaques i que no és necessària pel seu posterior ús. En el cas que no es disposi de producció d'energia les bateries actuaran com a font de tensió, com en les hores nocturnes on la placa solar no podrà produir energia elèctrica o en casos de meteorologia adversa o sobredemanda d'energia.
- Inversor - carregador: S'encarrega de transformar la corrent continua generat per les plaques solars i emmagatzemat per les bateries per transformar-la en corrent alterna que és el que s'utilitza en la xarxa domèstica. A la vegada també actua com a amplificador de tensió ja que la corrent que prové de la placa i bateries és de 12V i el de la xarxa elèctrica domèstica és de 220V.
- Cablejat: És l'element que s'encarrega de connectar tota la resta d'elements del circuit.

Què podria subministrar el sistema en un dia d'estiu?	Temps de funcionament
1 TV LED de 45W	8 hores
20 Bombetes LED de 9W	8 hores
1 Nevera A+	24 hores
1 rentadora	1 cicle
1 PC	6 hores
1 Càrrega de Mòbil	12 hores

Taula. 11: Consum disponible en sistema solar

Peso	200 kg
Potencia del Inversor	5000W
Voltaje	48V
Tipo de Batería	Plomo Ácido
Fabricante	TeknoSolar

Fig. 30: Propietats addicionals del kit de panell solar

La vida útil de plaques solars es troba entre els 20 i 25 anys, en el cas del fabricant Teknosolar, els panells solars tenen una esperança de vida de 25 anys aproximadament. Els altres elements del kit com el cargador o les bateries arriben fins els 15 anys de vida fent-ne un bon ús d'aquestes. S'ha de tenir en compte que les bateries tenen una profunditat de descàrrega, en el model Hoppecke 6 OPZS 600 910Ah, les bateries només es poden descarregar fins al 80% de la seva capacitat sinó es malmeten. Donat que el aquestes bateries tenen una Capacitat de 910 Ah, i que no es poden descarregar per sota el 80% de la seva capacitat, només podran subministrar 725 Ah.

$$725Ah \cdot 12V = 8.736Wh$$

$$8,736 \text{ kWh} \cdot 4 = 35kWh$$



Fig. 31: Kit Teknosolar de plaques + bateries

El total de les 4 bateries podrà subministrar 35 kWh, degut a que el càmping només necessita 15kWh les bateries tindren una reserva de més de 2 dies en cas de que la meteorologia sigui adversa i no es pugui generar energia per abastir el càmping. Com que generalment l'equip del Formula Student de l'ETSEIB acampa durant una setmana aproximadament, s'ha considerat que la instal·lació del kit del fabricant Teknosolar serà suficient per abastir de recursos energètics la zona d'acampada.

Finalment s'ha de tenir en compte el manteniment de la instal·lació per garantir el seu bon funcionament. El fabricant indica que no requereix un gran manteniment més allà de mantenir neta la superfície de les plaques fotovoltaïques per evitar qualsevol resta que impedeixi la incidència de radiació solar en la placa. Per contra les bateries si que han de estar resguardades i ben mantenides ja que per garantir el bon ús cal evitar l'exposició d'aquestes a fenòmens meteorològics externs. Per això es guardarà les bateries i els inversors en caixers elèctriques aïllades d'aquests fenòmens.

## **6.2. Abastiment d'aigua**

### **6.2.1. Introducció**

En aquest apartat es buscarà la millor solució per subministrar l'aigua necessària per abastir les necessitats dels campistes de l'equip de Formula Student de l'Escola. En l'apartat 4.3.1, vegeu la taula 4. s'ha calculat el consum d'aigua aproximat per una persona al dia que ascendeix fins els 140l. Per tant com el projecte s'ha dimensionat a 200 persones el consum total d'aigua serà de 28.000 litres diaris d'aigua. A la vegada es preté que es pugui abastir d'aigua la zona d'acampada sense cap problema per tal de facilitar la vida als campistes i que no hagin d'anar fins les instal·lacions del ParcMotor per poder realitzar les activitats higièniques necessàries.

### **6.2.2. Proposta**

Primerament s'ha analitzat l'objecte del treball, i al tractar-se de un disseny de camping provisional sostenible medioambientalment. Per tant les solucions proposades han d'anar encarades en aquest aspecte. També cal afegir que es tractarà de una proposta que permeti la facilitat i la rapidesa en l'instal·lació i desinstal·lació del sistema ja que es tractarà d'un sistema eventual que només s'usarà quan l'equip de l'Escola vagi al ParcMotor a realitzar proves. Per aquest motiu s'ha descartat subministrar aigua a través de la xarxa d'aigua Castellolí que abasteix d'aigua el Circuit i que ja es tracta d'una aigua potable i apte pel consum i no requereix cap mena de tractaments. A part que es pressuposa que el sistema d'instal·lació seria costós ja que requeriria realitzar obres per connectar l'aigua de la xarxa a la zona d'acampada.

Per altra banda, s'ha procedit a buscar altres solucions més viables tant a nivell econòmic com Degut a la zona geogràfica del càmping, on no hi abunden rius ni reserves d'aigua subterrànies és molt difícil realitzar una instal·lació per conduir aigua fins al càmping on seria tractada per seu consum. Actualment existeixen varies formes i iniciatives de obtenir aigua potable degut a que l'escassestat de recursos d'aigua en diferents zones geogràfiques del món, hi ha unes 2.100 millions de persones que viuen sense aigua potable. Cal afegir que també no sempre s'aconsegueix aigua de qualitat apte pel consum. Una de les iniciatives més populars és aplicar deshumificadors d'aire per obtenir aigua potable.

Depenent de l'empresa fabricant de humificadors que poden produir desde 32 litres al dia fins a produccions d'aigua per petites comunitats o pobles, com la empresa *WaterMaker* que consegueix arribar fins als 2000 litres de producció diaris. No obstant requereixen de les condicions idònees per tal que aquests dispositius funcionin de manera eficaç. Són sistemes que dependen de la humitat relativa o la quantitat d'aigua present en l'aigua. En la majoria de dispositius només treballen en zones on la humitat es troba per sobre els 60% tot i que s'estan desenvolupant deshumificadors que poden treballar en zones amb humitats relatives de només 15%.

Una altre opció no tant professional és la construcció de Torres Warka, que permet obtenir aigua de la pluja, boira o inclús de la condensació nocturna en el cas de que la meteorologia no faciliti la recolecta d'aigua. El sistema que recull l'aigua i l'emmagatzema en un tanc de retenció funciona sense electricitat i el seu manteniment es quasi nul. Les Torres de Warka son instal·lacions inspirades en la naturalesa ja que molts animals i plantes han desenvolupat característiques que permeten recollir l'aigua de l'aire i sobreviure en ambients hostils. No obstant una Torre de 5m d'alçada només permet abastir a una comunitat de 50 habitants. De fet és el principal problema d'aquets sistemes, ja que tot permeten obtenir aigua de forma sostenible i grautita al llarg del temps només tenen una capacitat molt reduïda i no serien útils pel projecte en qüestió perquè disten molt de les capacitats demandades pel càmping.



Fig. 31: Torre de Warka mitjantsant una xarxa de plàstic reciclat

### 6.2.3. Solució definitiva

La zona d'acampada necessita uns 28.000 litres d'aigua diaris segons els càlculs realitzats en l'apartat 4.3.1 (Una persona utilitza 140 litres diaris d'aigua). Per aquest motiu els sistemes anteriors no són aptes perquè tot i ser duraders en el temps i utilitzar recursos inesgotables com l'aire, no compleixen el requisit fonamental de subministrar l'aigua necessària.

L'opció actual i la més adient és el subministrament d'aigua a través de dipòsits de grans dimensions i distribució de l'aigua mitjançant una xarxa de canonades d'aigua així com també el tractament d'aigües grises i aigües negres que ens proporciona 28.000 litres d'aigua. La instal·lació és força senzilla però extensa en dimensions. S'instal·laran els dipòsits d'aigua en la zona d'acampada, a ser possibles prop de la zona dels mòduls de banys i dutxes per tal d'evitar un possible sobrecost en la instal·lació de canonades d'aigua, el sistema també inclou dipòsits d'aigües fecals i les bombes necessàries per impulsar l'aigua en cas que sigui necessari el transport d'aigua de llargues distàncies. Per l'omplenament del total de dipòsits d'aigua com els de la figura 32. s'utilitzarà camions cisterna que transportaran l'aigua prèviament tractada.



Fig. 32: Dipòsit d'aigües de l'empresa TOITOI

Aquest sistema de subministrament d'aigua requereix la necessitat dels camions per poder utilitzar aigua potable. Actualment l'equip del Formula Student ja utilitza aquest sistema per tenir aigua apta per l'ús. L'utilitza sense la necessitat de instal·lar dipòsits d'aigua ja que les connexions de les canonades d'aigua es connecten directament en el camió que és el que fa la funció del transport i a la vegada d'emmagatzament de l'aigua necessària.

Finalment només caldria instal·lar un petit dipòsit com a reserva d'aigua en el cas de una demanda fora del normal. Donat que els camions cisterna tenen una capacitat limitada i el que s'ha trobat com a capacitat màxima és de 30.000 litres, i que diàriament s'usen 28.000 litres d'aigua, hauria de ser suficient per abastir d'aigua el càmping durnat un dia sense. No obstant caldrà repostar diàriament el tanc del camió cisterna. Per això aquest dipòsit extra també servirà com a dipòsit reserva per quan el camió cisterna hagi de repostar aigua. Donat que el període de repostatge es farà de nit ja que es la franja horària on el consum d'aigua cau en picat, no caldrà utilitzar dipòsits de reserva gaire grans. Tenint en compte que de nit cada persona que resideixi en la zona d'acampada hagi de fer les seves necessitats i rentar-se les dents abans d'anar a dormir, com veure un got d'aigua el consum d'aigua extra serà el següent:

US DE L'AIGUA EN CADA ACTIVITAT		Total
<b>Lavabo</b>	6 l mitja cisterna	600 l
	10 l cisterna completa	1000 l
<b>Dutxa</b>	60 l	0 l
<b>Rentar-se les dents</b>	0,5 l	100 l
<b>Ingesta de aigua</b>	2 l	100 l
<b>Rentadora</b>	200l	0 l
<b>Total</b>		1800 l

Pel càlcul de la capacitat d'aigua que ha de tenir el dipòsit extra, s'ha suposat que la meitat dels campistes miccionaran durant la nit i que també la meitat podran evacuar si s'escau. També s'ha suposat que tots es rentaran les dents i veuran 0,5 l d'aigua durant la nit. S'ha restringit l'ús de la rentadora i dutxes en horari nocturn per simplificar els càlculs i abaratir costos en la compra/lloguer del dipòsit extra.

Taula. 12: Consum extra d'aigua en horari nocturn

Caldrà adquirir un dipòsit extra de 2000 litres d'aigua per garantir el subministrament il·limitat durant les hores nocturnes.

Per completar el circuit d'aigua del càmping caldrà instal·lar un sistema de emmagatzematge de les aigües residuals. Es diferencien 2 tipus d'aigües residuals, les aigües grises i les aigües negres. Les aigües grises són les que provenen de l'ús domèstic com rentat de coberts, roba o de les dutxes de persones. Mentre que les aigües negres són les que provenen de les necessitats de les persones, les aigües fecals. Són les primeres les que poden tenir un paper important en el reaprofitament d'aquestes ja que suposen entre el 50-80% de les aigües residuals residencials.

La major part de les aigües grises es poden tractar i reciclar, per això és important recollir-les de forma separada les aigües negres. Cal destacar que mitjantçant el reciclatge d'aigües grises mai s'aconseguirà una aigua apta pel consum humà però sí per ser utilitzada en el rentat o en lavabos. Entre els usos del reciclatge d'aigües grises destaca el rec en jardins i horts, el ús en habitatges, com a líquids refrigerants o escalfadors en intercanviadors de calor.



Fig. 33: Dipòsit d'aigües grises i negres de l'empresa TOI TOI per la seva posterior eliminació

Els sistemes de tractament d'aigua gris pot ser físic, fisico-químic, biològic o inclús de reciclatge directe. La majoria d'aquests sistemes són fàcils d'instal·lar i el seu preu és força assequible com en el cas de les fosses sèptiques. Són aparells que s'installeixen en llocs allunyats del clavegueram per poder gestionar les aigües residuals, que s'encarreguen de separar les aigües de materials i residus. Entre les principals avantatges d'aquest sistema es troba que no consumeixen energia. No obstant cal estar alerta degut al manteniment que requereixen. Les aigües que no van al clavegueram han de ser tractades en una fossa per tal de separar la part sòlida dissolta en l'aigua de la líquida. Un cop separat, les bacteries anaeròbiques actuen sobre els components orgànics de l'aigua descomposant en components inorgànics, és a dir matèria inerta i sòlids. Aquest és un pas important perquè es redueix el consum de matèria orgànica en un 40% aproximadament i per tant la demanda biològica és menor, així l'aigua pot ser reutilitzada en serveis de jardineria, lavabos o inclús es pot enviar l'aigua al medi sense perjudicar-lo.

Les fosses sèptiques estan sotmeses a les normatives europees de protecció del medi ambient, que entre d'altres normatives exigeix que la fossa vagi soterrada, per evitar un mal ús o possibles contaminacions. A la vegada també cal demanar permís a l'Ajuntament per instal·lar una fossa sèptica cada vegada que es vagi acampar, degut a que el projecte prioritza l'eventualitat de



'instal·lació i no és pràctic construir una fossa cada vegada que es desitja realitzar proves en el ParcMotor i tampoc es desitja construir una fossa fixa. S'ha desestimat aquesta solució.

Per tant degut a l'esmentat anteriorment, finalment es decidirà emmagatzemar les aigües grieses per una banda i les negres per altra, vegeu la figura 33. i es portaran a la planta de tractament d'aigües més propera al ParcMotor, en el cas del projecte es durant a la Planta Residual de Tractaments d'aigua de Igualada, situada a tant sols 8 km del ParcMotor Castellolí.

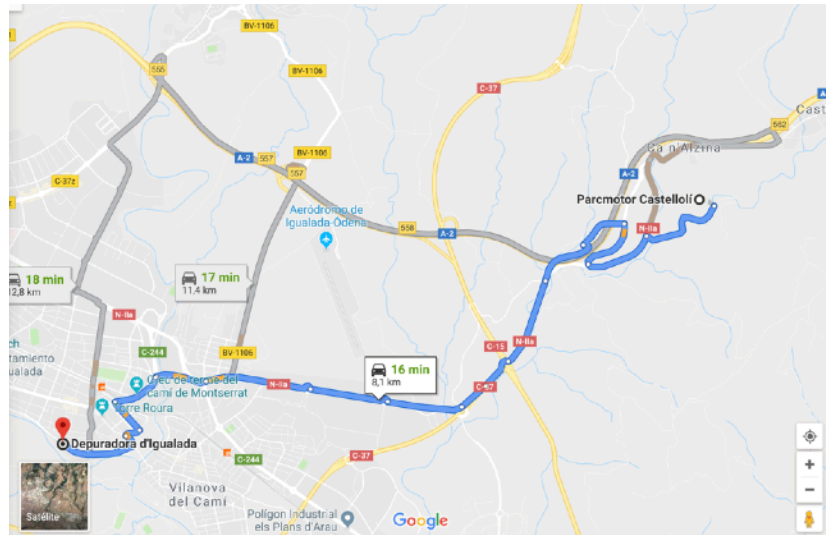


Fig. 34: Mapa de Google Maps de la ruta més curta del camping fins la depuradora

## 7. DISSENY DEFINITIU DEL CAMPING

### 7.1.Introducció

En aquest apartat es realitzarà el disseny definitiu del Camping.

Tenint en compte les dimensions i les distribucions de lluminaires i els recursos d'aigua i electricitat s'ha estimat dissenyar el càmping amb els següents requisits:

- Totes les parcel·les han de tenir un lavabo i una dutxa més a prop possible
- El mòdul de rentadora ha d'estar equidistant de totes les parcel·les
- Els carrers del càmping han de ser prou grans perquè es pugui circular peatonalment sense cap problema.
- Els carrers han de tenir una amplada suficient per què

Donat que el mòdul de la bugaderia és el que consumeix més i a la vegada és el menys autosuficient, és a dir que necessita la instal·lació de plaques solars i bateries prop per poder abastir el mòdul, s'ha estimat a que el mòdul de bugaderia es col·locarà a la zona més perifèrica del càmping.

### 7.2. Proposta

S'han de distribuir les 25 parcel·les de 90 metres quadrats i 25 parcel·les de 60 metres quadrats. També els 10 mòduls, que incluent les vestuaris, lavabos i la bugaderia. Per realitzar el disseny que s'ha intentat minimitzar en l'espai. A la vegada també s'ha d'optimitzar un espai per poder assentar les plaques solars i els camions i dipòsit d'aigua i residus. Degut a que el total de les parcel·les ocupa una superfície de 0,3 ha, i que també s'han d'incorporar els carrers i la zona de abastiment energètic, s'ha estimat que el total de la zona d'acampada estarà en 1ha de terreny.

S'ha pensat en dues propostes tenint en compte les exigències proposades anteriorment. En la figura 35. s'ha distribuït a mode de dos quadrícules la primera amb les parcel·les de 90 metres quadrats distribuïdes verticalment i la segona, les de 60 metres quadrats, distribuïdes de forma horitzontal. L'avantatge d'aquesta distribució és que es pot distingir fàcilment els carrers de cada parcel·la i facilita la instal·lació i distribució de faroles calculades prèviament en l'apartat 5.3. No obstant per tal de poder facilitar les instal·lacions elèctriques i d'aigua i estalviar material d'instal·lacions, es decideix instal·lar els mòduls de vestidors i de bugadaria el més a prop del subministrament de d'aigua i els panells solars i bateries. Com que també es preté que els lavabos estiguin a prop de tothom, els mòduls de lavabos individual es s'instal·laràn a quadrícula superior de les parcel·les.

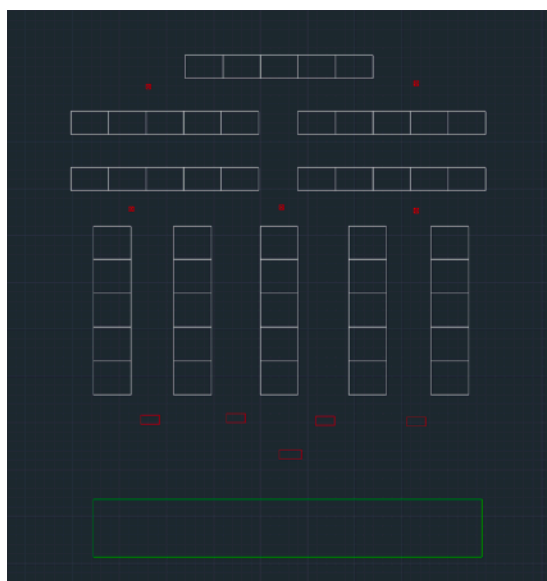


Fig. 35: Proposta 1 del disseny del càmping

Per contra, tot i que els labavos estan equidistantment distribuïts al llarg de tot el recinte d'acampada, s'hauria de instal·lar més metres de instal·lacions de canonades per poder connectar els dipòsits d'aigües grises i negres als lavabos més lluny.

D'altra banda en la distribució de la figura 36, tots els mòduls es troben a una distància propera a la zona d'abastiment i dipòsits i ens facilitarà el subministrament d'energia i l'evacuació de residus. S'ha elaborat un disseny de dos carrers de parcel·les perimetrals al voltant de la zona centrada de mòduls .

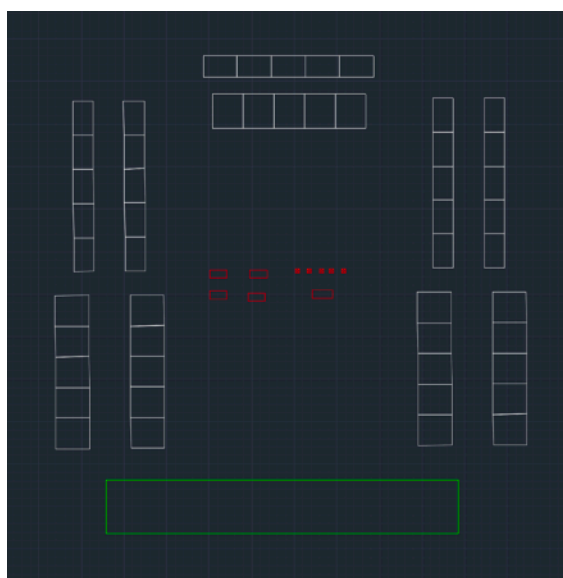


Fig. 36: Proposta 2 del disseny del càmping

En les següents figures 37 i 38 es pot veure la distribució de faroles en ambdues propostes. Al usar un nombre silmlar de lluminàries (49 en la proposta 1 i 55 en la proposta 2), es donarà prioritat a la proposta dos degut a la facilitat en la instal·lacions de la xarxa elèctrica i de l'aigua.

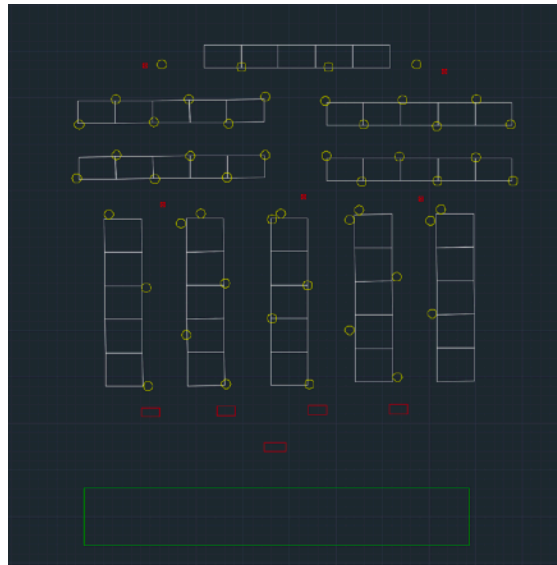


Fig. 37: Proposta 1del disseny del càmping amp la distribució de faroles

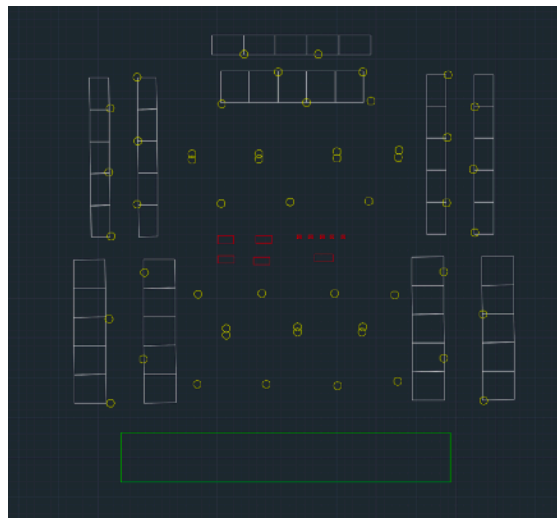


Fig. 38: Proposta 1del disseny del càmping amp la distribució de faroles

## 8. IMPACTE ECONÒMIC

En aquest apartat del projecte es calcularà el cost de cada part d'aquest així com per tal de poder gestionar possibles ingressos de tercers interessats en el projecte. Finalment es decidirà si el projecte es econòmicament viable o no.

### 8.1. Estudi econòmic dels elements del projecte

#### 8.1.1. Mòduls

En l'apartat 4.4 del projecte es va estudiar els mòduls d'higiene que s'instal·larien en el càmping. En la taula 13 es pot observar el cost unitari com el cost total de tots els mòduls.

Tipus de Modul	Finalitat del mòdul	Preu unitari	Número de mòduls	Total
SN-30P	Vestidors	3.918 €	4	15672 €
SNL-15	Lavabo	2.715 €	5	13575 €
PS3	Bugaderia	5.319 €	1	5319 €
TOTAL				34566 €

Taula. 13: Costos totals del mòduls d'higiene

#### 8.1.2. Llums

Al principi del projecte, es requerien 12 lluminaries pel mòdul de bugaderia. No obstant en l'apartat 6. del projecte es va decidir prescindir d'aquestes per estalvi energètic i consegüentment un estalvi econòmic en la compra de bombetes. Per tant no caldrà cap compra de bombetes.

### 8.1.3. Faroles

Tipus de Faroles	Model	Preu unitari	Número de mòduls	Total
Farola	Solar Mart Light Alpha 1080	369,95 €	52	19237,4 €
Luminària parcel·la	Aplicue Solar LED Inspire Cloud	19,95 €	110	2194,5 €
TOTAL				21431,9 €

Taula. 14: Costos de la il·luminació exterior de les parcel·les

### 8.1.4. Electrodomèstics

Tipus de Electrodomèstic	Model	Preu unitari	Número de mòduls	Total
Rentadora	Bosch 4242005093755	640 €	3	1920 €
Secadora	Bosch 4242005102617	599 €	3	1797 €
Endolls	Fontini BF 19	2,99 €	90	269,1 €
TOTAL				3717 €

Taula. 15: Costos totals dels electrodomèstics del mòdul de bugaderia

### 8.1.5. Instal·lació i mà d'obra

Cal preparar el terreny per tal de delimitar les parcel·les correctament i també assentar-lo de forma correcta per anivellar-lo perquè els mòduls prefabricats es puguin col·locar de forma correcta i plana i quedin fixats al terra i no es belluguin. També es necessitarà instal·lar tot el sistema de panells solars i la connexió de la xarxa i els mòduls així com la col·locació de les faroles dels carrers del càmping.

Tasca	Concepte	Total
Anivellar i neteja del terreny	Inclou el lloguer de maquinària	38139 €
Instal·lació plaques fotovoltaiques	El preu de les plaques inclou la seva instal·lació	9299 €
Instal·lació elèctrica mòduls	El preu mitjà de l'instal·lació elèctrica és de 500 € per habitació en un casa standard (5 mòduls)	2500 €
Instal·lació elèctrica faroles i parcel·les	Inclou la instal·lació de les faroles i els endolls en les parcel·les	5000 €
Instal·lació xarxa d'aigua		6500 €
Materials	Ciments, acers, formigons, canonades, etc	15000 €
Cablejat	El cost per metre és de 0,60€. Es calcula que es necessitarà 2000 metres de cablejat	1200 €
TOTAL		47438 €

Taula. 16: Costos totals de la instal·lació

### 8.1.6. Total del cost del projecte

Apartat	Total
Mòduls	34566 €
Faroles	21431,9 €
Electrodomèstics	3717 €
Intal·lació	47438 €
TOTAL	107152,9 €

Taula. 17: Costos totals del projecte

## 8.2. Viabilitat econòmica del projecte

La viabilitat econòmica dependrà de la inversió que vulgui desitjar l'equip del Formula Student de l'escola ja que aquest projecte va destinat a ells. No obstant es tracta d'una institució on la majoria dels seus ingressos provenen de convenis universitaris de la UPC i les aportacions de cada patrocinador de l'equip.

A la vegada el terreny forma part del ParcMotor Castellolí per tant com a entitat també en voldrà treure rendiment del projecte donat a que acull varis esdeveniments durant l'any i per tant seria d'interés que s'habilités una zona d'acampada. Si el Parcmotor volgués finançar el projecte completament el projecte, requerirà realitzar una important inversió del cost total del projecte i afegir els costos de manteniment de l'instal·lació que es calcula que seràn d'uns 15.000€ anuals.

Per treure rendibilitat al projecte s'ha pensat en cobrar una taxa en règim d'allotjament en el càmping. Com el projecte esta dissenyat per 200 persones s'agafarà aquest nombre com a referència

Campistes	Preu per nit	Nombre de nits	Total
200	3 €	6	3600 €

Taula. 18: Proposta de tarifes de campistes

Tenint en compte que l'equip de l'escola va 4 vegades a l'any al circuit a fer proves, es recaudaria només per aquests esdeveniments 14.400 €. No obstant el Parcmotor també organitza altres esdeveniments durant l'any com tandes setmanals per aficionats al motor d'arreu del territori i també clients potencials del càmping. Els ingressos totals del càmping poden arribar fins els 50.000 €



Any	0	1	2	3	4	5	6
Inversió	107152,9 €						
Manteniment de les instal·lacions		15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €
Ingressos		50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €
Ingrés net	-107152,9 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €
Flux	-107.153 €	-72.153 €	-30.594 €	9.716 €	43.030 €	70.562 €	93.316 €
Flux actualitzat	-107.153 €	-65.594 €	-25.284 €	8.030 €	35.562 €	58.316 €	77.120 €

Taula. 19: Inversió inicial i rendibilitat en els propers 6 anys

VAN	TIR
45281,2244811779 €	23,4234976124837%

Taula. 20: VAN i TIR del projecte

Com que el VAN té un resultat positiu i la TIR és superior a l'interés escollit (10%) per tant el projecte és factible i viable econòmicament. De fet comença a ser viable a partir del 3r any.

## **9. IMPACTE MEDIOAMBIENTAL**

L'objecte del projecte és el disseny dels recursos d'un càmping sostenible abastint aquest de l'energia necessària produint el menor impacte medioambiental possible.

### **9.1. Energètic**

A nivell energètic els càmpistes podran gaudir de les mateixes comoditats que gaudien quan es subministrava electricitat per mitjà de generadors. Però reduint al màxim la petjada ecològica perquè es subministrarà, a partir d'ara, l'electricitat generada a través de l'energia solar.

### **9.2. Visual**

En l'apartat 7 del treball, durant el disseny del càmping, s'ha intentat minimitzar l'impacte visual de tota la instal·lació, reduint el màxim les distàncies entre mòdul i mòdul i també entre les bateries i plaques solars i els mòduls. Al igual també s'ha intentat minimitzar la instal·lació de canonades i xarxa de l'aigua minimitzant les distàncies entre el camió cisterna i els lavabos.

### **9.3. Altres**

Utilitzant energies renovables com la solar s'ha aconseguit eliminar els greus problemes de contaminació medioambiental dels generadors, però a la vegada també s'ha aconseguit reduir el impacte acústic sobre els campistes. En el càlcul i disseny de les luminàres, en l'apartat 5 del projecte, es va tenir en compte que no fossin prou lluent per no patir contaminació lumínica.

## 10. CONCLUSIONS

Aquest projecte destinat al equip de Formula Student Motor ESTEIB de l'Escola ha prioritzat el disseny de recursos sostenibles per tal de que fossin el més senzills i a la vegada el més econòmics possible.

Durant el projecte s'ha obtingut per la instal·lació de faroles solars, que són lluminàries autosuficients ja que en incorporats panells solaris i bateries per subministrar llum en les hores nocturnes. No obstant el preu d'aquestes podria suposar un problema per les persones en les que es dirigeix el projecte, i els possibles interessats futurs ja que un dels objectius proposats a l'inici del preprojecte és que es pogués portar el disseny o la idea a altres càmpings o esdeveniments que requerissin muntatge una zona de càmping ocasional. Per seguir abaratint el cost total d'aquestes faroles es podria dissenyar les faroles amb un sistema d'il·luminació semblant al de del mòdul de bugaderia mitjançant bombetes de consum baix i ampolles reutilitzables amb aigua per tal d'augmentar la il·luminació d'aquestes.

També es pretenia trobar una solució eficaç i econòmicament viable capaç de generar i subministrar aigua apte pel consum al càmping. Però degut a l'eventualitat d'aquest s'ha preferit seguir amb el mètode vigent.

Cal afegir que el món de la tecnologia i la innovació és un món canviant on tots els processos són molt vius, i la sostenibilitat i l'energia no és menys. Per això les solucions presentades en aquest projecte, són aptes per la implementació d'un càmping sostenible present. Passat uns anys, es podran desenvolupar i implementar noves solucions millors i més eficients energèticament.

## **AGRAÏMENTS**

Al professor Emili Hernández Chiva, tutor d'aquest treball per donar-me l'oportunitat de realitzar aquest treball i ajudar-me com a guia en el procés d'aprenentatge i realització del treball. I a la vegada també com motivació, estímul i per encoratjar la meua capacitat.

## BIBLIOGRAFIA

### Introducció

<http://circuitparcmotor.com/ca/testing-3/#>

<http://www.kartingparcmotor.com/>

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-14081-consolidado.pdf>

[http://portaljuridic.gencat.cat/ca/pjur\\_ocults/pjur\\_resultats\\_fitxa/?action=fitxa&versionId=1152473&language=es\\_ES&mode=single](http://portaljuridic.gencat.cat/ca/pjur_ocults/pjur_resultats_fitxa/?action=fitxa&versionId=1152473&language=es_ES&mode=single)

### Estudi de mercat

[http://gestsevent.com/acampada/ubicacion\\_acceso\\_motogp.html](http://gestsevent.com/acampada/ubicacion_acceso_motogp.html)

<http://acampadamotogpjerez.com/>

<http://www.aiguesdebarcelona.cat/ca/el-consumo-de-agua;jsessionid=Lwmy2g6Hpztn-+lJbjqfhgqt.undefined>

<https://www.bosch-home.es/catalogo-electrodomesticos/lavadoras-y-secadoras/lavadoras/carga-superior/WOT24257EE?breadcrumb=toploader#/Tabs=section-technicalspecs/Togglebox=-1681851069>

<https://www.bosch-home.es/catalogo-electrodomesticos/lavadoras-y-secadoras/lavadoras/carga-frontal/WAT24491ES?breadcrumb=frontloader#/Tabs=section-technicalspecs/Togglebox=-1575603884/Togglebox=330885287/>

<https://www.bosch-home.es/catalogo-electrodomesticos/lavadoras-y-secadoras/secadoras/bomba-de-calor/WTG87239ES?breadcrumb=heatpumpdryers#/Tabs=section-technicalspecs/Togglebox=-1575603884/Togglebox=318045609/Togglebox=330885287/Togglebox=-1681851069/>

<https://www.mapsdirections.info>

<http://www.europa-prefabri.com/portfolio-item/modulos-sanitarios/>

## Estudi lumínic

<https://blog.ledbox.es/informacion-led/niveles-recomendados-lux>

[https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety\\_Activity\\_Poster/LightLevels\\_outdoor+indoor\\_es.pdf](https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety_Activity_Poster/LightLevels_outdoor+indoor_es.pdf)

<https://www.efectoled.com/blog/niveles-iluminacion-recomendados-viviendas/>

<https://es.scribd.com/doc/3892091/A51-METODO-DE-LOS-LUMENES-cap#scribd>

<https://www.lighting.philips.es/consumer/p/led-estandar/8718696472187/caracteristicastecnicas>

<https://clasesiluminacion.files.wordpress.com/2014/11/clases-iluminacion-metodo-lumen.pdf>

[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=e0c2667d-6b26-4d39-a68f-5568372fb7b9&groupId=479934](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=e0c2667d-6b26-4d39-a68f-5568372fb7b9&groupId=479934)

<http://www3.amb.cat/normaurb/URBANISTIQUES/1-4-3-4.pdf>

[http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-exterior/alumbrado-publico-y-residencial/luminarias-publico-y-residencial/luma/912300023805\\_EU/product](http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-exterior/alumbrado-publico-y-residencial/luminarias-publico-y-residencial/luma/912300023805_EU/product)

<https://jandei.com/alumbrado-publico-led/2627-farola-led-30w-6000k-ip65-exterior-alumbrado-publico-smd3535-8435523813219.html>

<https://jardineria.top/mejores-farolas-solares/>

[http://www.solarlight-mart.com/alpha\\_1080x\\_street\\_light](http://www.solarlight-mart.com/alpha_1080x_street_light)

## Abastiment energètic

<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

<https://www.ircwash.org/sites/default/files/201-88SI-6153.pdf>

<https://inhabitat.com/mit-students-install-10000-revolutionary-solar-bottle-lamps-in-manila-slums/>

<http://www.morethangreen.es/en/a-liter-of-light-by-mit/>

<https://sigus-r1.mit.edu/news/illac-diaz-presents-liter-light-recycled-water-bottle-projects>

<http://www.literoflightusa.org/>

<https://literoflight.org/>

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=82&v=o-Fpsw\\_yYPg](https://www.youtube.com/watch?time_continue=82&v=o-Fpsw_yYPg)

<https://www.teknosolar.com/kit-solar-para-vivienda-habitual-15kwh-dia/>

<https://www.rebacas.com/kit-solar-de-autoconsumo/1025-kit-solar-autoconsumo-solax-13-kwh-dia.html>

<https://www.elalmacensolar.es/kit-solar-baterias-de-litio/831-kit-solar-aislada-eco16000l1-156-kwh.html>

<https://www.teknosolar.com/kit-solar-para-vivienda-habitual-15kwh-dia/bateria-solar-estacionaria-hoppecke-6-vasos-de-2v-6-opzs-600/>

<http://iber.chebro.es/webche/descargas/instrucciones/superficiales/abast%20camping.pdf>

<https://ecoinventos.com/warkawater/>

[http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waste\\_water\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waste_water_es.pdf)

